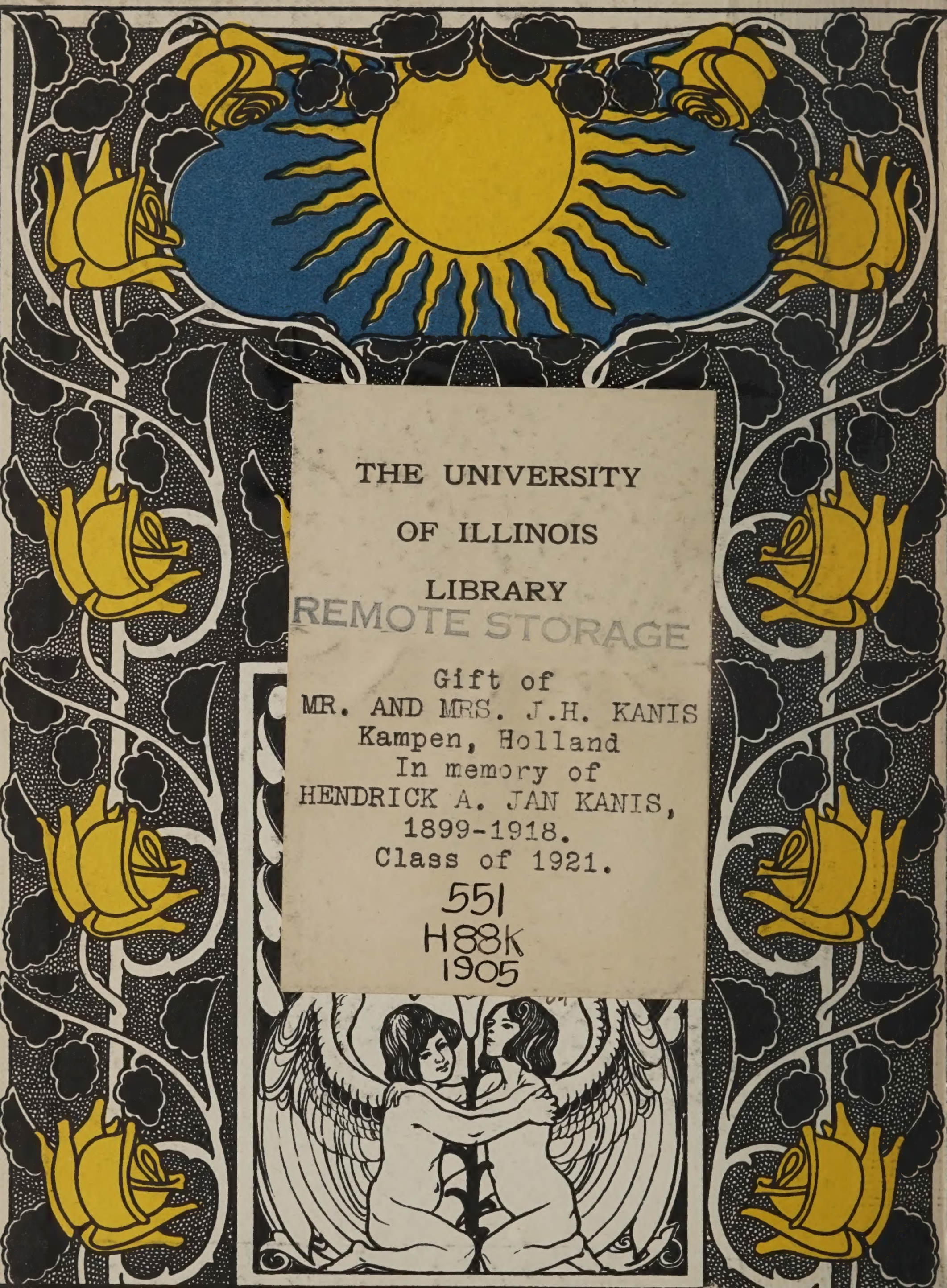
551
H88k
1905

Bücher der Weisheit und Schönheit




THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY
REMOTE STORAGE
Gift of
MR. AND MRS. J.H. KANIS
Kampen, Holland
In memory of
HENDRICK A. JAN KANIS,
1899-1918.
Class of 1921.
551
H88K
1905



Return this book on or before the *Latest Date* stamped below. A charge is made on all overdue books.

U. of I. Library

MAR 25 '38

APR 8 '38
APR 8 '38

11148-S

H A G Harris
21.-8.-1917.


Bücher der Weisheit
und
Schönheit
herausgegeben von
Jeannot Emil Freiherr von Grotthuss
Druck und Verlag von
Greiner und Pfeiffer Stuttgart
F. Stassen
Alle Rechte
vorbehalten

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY
JUN 3 1919



Humboldt, F. W. H. A.

Humboldts Kosmos

In verkürzter Gestalt

herausgegeben von

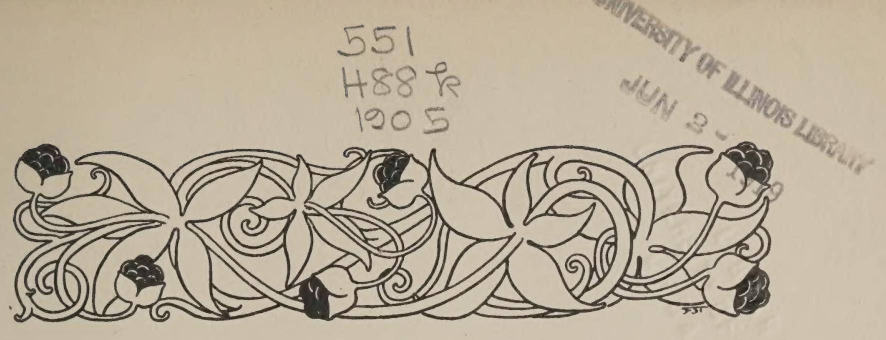
Paul Schettler

Erstes bis
fünftes Tausend

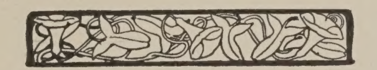

BUCHSCHMUCK
VON
FRANZ STASSEN

551
H88k
1905

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY
JUN 2 -

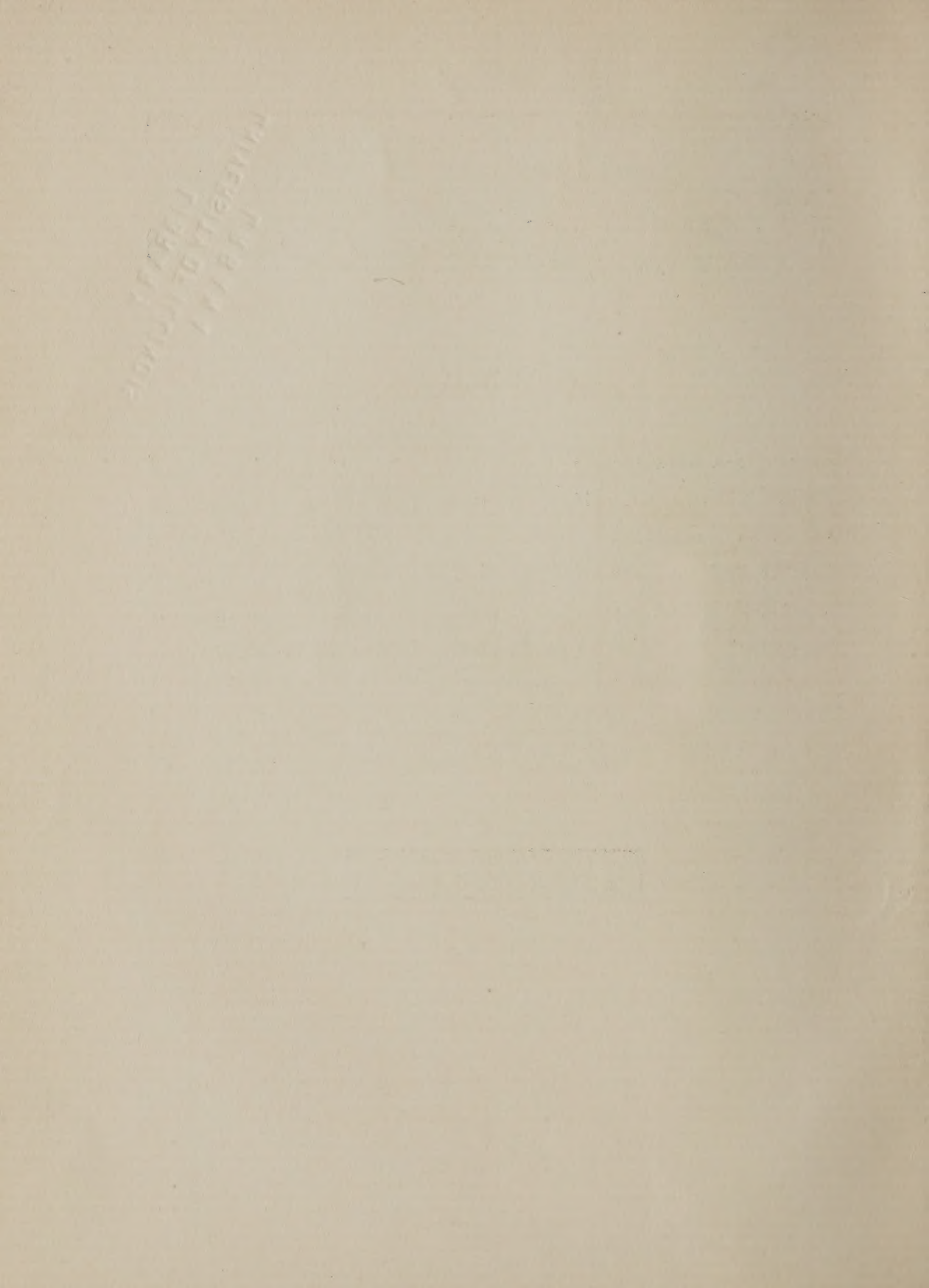


Inhalt



H J KANIS

424207





Vorwort des Herausgebers



Fahren und Forschen, Wissen erwerben und verbreiten, das war ihm Lebensbedürfnis und höchstes Glück. Und weil er, durch Geburt und Besitz vor vielen Strebenden begünstigt, dieser Neigung frei hat nachgehen können ein selten langes und bis zum letzten Atemzuge tatenfrisch und geistesmächtig gebliebenes Leben hindurch, so war Alexander Freiherr v. Humboldt im besten Sinne ein Kind des Glücks. In dem Sinne, wie es auch Goethe war, der um zwanzig Jahre ältere, ihm in vielfach gleichgerichtetem Forschungseifer befreundete Zeitgenosse, den er noch um volle 27 Jahre überlebte.

Als Alexander v. Humboldt am 14. September 1769 in Berlin geboren wurde, der jüngere der beiden Söhne eines friderizianischen Majors und Kammerherrn und einer Cousine des Fürsten Blücher (verwitweten Baronin v. Holwede, geborenen v. Colomb), stand neben den neu aufblühenden Sprach- und Altertumswissenschaften die Pädagogik durch das Auftreten von Rousseau und Basedow im Vordergrunde der geistigen Interessen; und es ist vielleicht für die Entwicklung Alexanders von bleibender Bedeutung geworden, daß Joachim Heinrich Campe, der nachmals so berühmte Verfasser von „Robinson dem Jüngern“ und der „Geschichte der Entdeckung von Amerika“, nur wenige Jahre vor Abfassung dieser vielgelesenen Jugendbücher der erste Erzieher der beiden hochbegabten Knaben wurde. Wenn

Campe auch nur ein Jahr lang im Humboldtschen Hause blieb, weil er schon 1776 als „Edukationsrat" an das Basedowsche Philantropin in Dessau berufen wurde, so mag in der empfänglichen Seele des Knaben doch schon damals die Vorliebe für ferne, unbekannte Länder überhaupt und für Amerika im besonderen geweckt worden sein. Jedenfalls haben sich in Alexander v. Humboldt Naturanlage und Neigung für das, was ihm Lebensaufgabe wurde, mit einer Zielbewußtheit entwickelt, die seiner ganzen ferneren Lebensgestaltung ein so wohltuendes harmonisches Gepräge gegeben hat. So vertauschte er nach beendeten Studien in Frankfurt a. O. und Göttingen und einem Kursus auf der Handelsakademie zu Hamburg das in seinen Kreisen übliche Kameralfach, das ihm die Staatskarriere eröffnen sollte, sehr bald mit einem andern praktischen Berufe, der seinen wissenschaftlichen Neigungen näherlag; noch 1791 wurde er Schüler der Bergakademie in Freiberg i. S., bereits 1792 als Assessor beim Bergwerks- und Hüttendepartement zu Berlin angestellt und noch in demselben Jahre als Oberbergmeister und Generaldirektor der Minen nach Baireuth versetzt. Und als er drei Jahre später diese Stellung aufgab, hatten sich seine auf große westindische Forschungsreisen gerichteten Lebenspläne so weit verdichtet, daß er eigentlich nur noch die Gelegenheit abwartete, sie in die Tat umsetzen zu können. Diese Gelegenheit ergab sich, als ihm durch den Tod der Mutter ein nicht unbeträchtliches Erbe zugefallen war. Von nun an sind alle seine Unternehmungen ein einziges zielbewußtes Hinsteuern auf jene große Aufgabe, die ihn zum „zweiten, geistigen Entdecker der Neuen Welt" und darüber hinaus zum bedeutendsten Naturforscher seiner Zeit werden ließ. Freilich mußte er in einer Zeit, in der das Reisen in ferne Erdteile noch von zufällig sich darbietenden Schiffsgelegenheiten abhängig war, und die zudem unter dem Zeichen der französischen Revolution und der Napoleonischen Kriege stand, — das Geburtsjahr Alexander v. Humboldts hatte auch den korsischen Eroberer der Welt gebracht — sich noch manches Jahr in Geduld fassen, bis seine Pläne sich verwirklichten. Er benutzte die Zeit zu vorbereitenden kleineren Reisen, die ihn nach Salzburg und der Schweiz, Italien und Spanien, Wien und

Paris führten. Und selbst diese stießen oft genug infolge der Kriegswirren auf unerwartete Hindernisse, so daß einmal, am 23. Juli 1797, Schiller an Goethe in bezug auf Humboldtsche Reisepläne schrieb: „Das wird eine schöne Reise werden! Sie müssen jetzt schon über die Zeit in Dresden liegen bleiben!“ Endlich, im Jahre 1799, hatte sich durch Vermittlung eines aufgeklärten spanischen Ministers ihm und seinem in Paris gewonnenen Begleiter, dem Botaniker Aimé Bonpland, die Möglichkeit geboten, die Weltfahrt anzutreten. Am 5. Juni d. J. verließen die beiden Forscher den Hafen von Coruña in Spanien auf der Korvette Pizarro. Am 19. Juni kann Humboldt den Pik von Teneriffa besteigen, zum ersten Male ist er in einem außereuropäischen Lande. Am 16. Juli betritt er den Boden Amerikas bei Cumana an der Küste von Venezuela. Der Erforschung des Orinokogebietes, der Anden von Quito und Bogotá wendet er sich vornehmlich zu. Am 23. Juli 1802 ist die berühmte Besteigung des Chimborasso, die ihn zwar nicht ganz zum Gipfel führte, aber doch in eine Höhe von 3036 Toisen (die Toise = 6 Fuß) oder 5810 m, die vor ihm noch kein Lebender erreicht hatte. Noch ein Jahr hält er sich in Mexiko und der Havana auf, um dann von Philadelphia aus am 9. Juli 1804 die Rückfahrt anzutreten. Am 3. August, also nach fünfjähriger Abwesenheit, landet er in Bordeaux. Zwei Jahrzehnte beschäftigt ihn nun, meist in Paris, die Bearbeitung und Herausgabe seiner Reiseergebnisse. 1827 siedelt er endgültig nach Berlin über, und hier beginnt er in Universität und Singakademie unter Teilnahme des Hofes wie der ganzen gebildeten Gesellschaft die Vorlesungen über physische Erdbeschreibung, aus denen sein literarisches Lebenswerk, der „Kosmos“, entstanden ist.

Noch einmal hat er das Glück, eine große Forschungsreise machen zu können, diesmal auf Einladung des Kaisers Nikolaus von Rußland nach dem Innern Asiens, vom Ural zum Altai, bis zur chinesischen Dsungarei und zurück zum Kaspischen Meere. Sie dauerte vom 12. April bis zum 28. Dezember 1829.

Bis auf mehrfache mehrmonatliche diplomatische Missionen nach Paris, mit denen ihn Friedrich Wilhelm III. betraute, und zwei Reisen

nach England und Dänemark in Begleitung Friedrich Wilhelms IV., der gern Humboldts Gesellschaft suchte und in ihm seinen wissenschaftlichen Ratgeber verehrte, ist sein ständiger Wohnsitz fortan Berlin geblieben, wo er, neunzigjährig, am 6. Mai 1859 gestorben ist.

Wie Humboldt der erste war, der die zahlreichen Einzelkenntnisse von der Erde, ihren Hervorbringungen und ihren Erscheinungen, an deren Bereicherung er selbst den größten Anteil hatte, in planvolle Beziehungen zum ganzen Weltall setzte, wie er, früheres und gegenwärtiges Wissen sorgfältig durchmusternd, überall das wirkende Naturgesetz erkannte und so das gesamte Wissen von dem Naturleben auf und über der Erde unter seinen klar sichtenden und ordnenden Geist zwang, so hat er auch in seinem klassischen „Entwurfe einer physischen Weltbeschreibung“, dem „Kosmos“, nicht nur die ganze Fülle von Naturtatsachen, wie sie bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts bekannt geworden waren, wie in einem bunten Gemälde vorgeführt, sondern auch stets ihre innere Gesetzmäßigkeit lichtvoll aufgezeigt und so die körperliche und geistige Einheit alles Geschaffenen zu wundervoller Darstellung gebracht. Das Werk, zu spät begonnen, ist insofern unvollendet geblieben, als es nach zwei Bänden großzügig zusammenfassender Schilderung des Weltganzen in einer Reihe weiterer Bände die Einzeltatsachen in systematischer Gliederung vorführen sollte. Es ist nur bis zum vierten Bande gediehen. Aber gerade diese Einzelheiten sind ja auch zum Teil von neuerer Wissenschaft überholt worden. Was indes unvergänglich ist, das sind jene zwei ersten Einführungsbände mit ihrer kristallhellen Spiegelung des Weltgebäudes in einer oft wundervollen Sprache. Die vorliegende Ausgabe ist wesentlich gekürzt, namentlich unter Fortlassung alles dessen, was der Naturwissenschaft von heute veraltet erscheint; was aber aus den Ergänzungsbänden sowie den zahlreichen ausführlichen Anmerkungen wichtig und unentbehrlich war, ist in den Text eingeschaltet und so mit diesem zu einem einheitlichen Ganzen verschmolzen worden.





Aus der Vorrede von 1844



Ich übergebe am späten Abend eines vielbewegten Lebens dem deutschen Publikum ein Werk, dessen Bild in unbestimmten Umrissen mir fast ein halbes Jahrhundert lang vor der Seele schwebte. In manchen Stimmungen habe ich dieses Werk für unausführbar gehalten und bin, wenn ich es aufgegeben, wieder, vielleicht unvorsichtig, zu demselben zurückgekehrt.

Was mir den Hauptantrieb gewährte, war das Bestreben, die Erscheinungen der körperlichen Dinge in ihrem allgemeinen Zusammenhange, die Natur als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes aufzufassen. Ich war durch den Umgang mit hochbegabten Männern früh zu der Einsicht gelangt, daß ohne den ernsten Hang nach der Kenntnis des einzelnen alle große und allgemeine Weltanschauung nur ein Luftgebilde sein könne. Es sind aber die Einzelheiten im Naturwissen ihrem inneren Wesen nach fähig, wie durch eine aneignende Kraft sich gegenseitig zu befruchten. Die beschreibende Botanik, nicht mehr in den engen Kreis der Bestimmung von Geschlechtern und Arten festgebannt, führt den Beobachter, welcher ferne Länder und hohe Gebirge durchwandert, zu der Lehre von der geographischen Verteilung der Pflanzen über den Erdboden nach Maßgabe der Entfernung vom Äquator und der senkrechten Erhöhung des Standortes. Um nun wiederum die verwickelten Ursachen dieser

Verteilung aufzuklären, müssen die Gesetze der Temperaturverschiedenheit der Klimate wie der meteorologischen Prozesse im Luftkreis erspäht werden. So führt den wißbegierigen Beobachter jede Klasse von Erscheinungen zu einer anderen, durch welche sie begründet wird oder die von ihr abhängt.

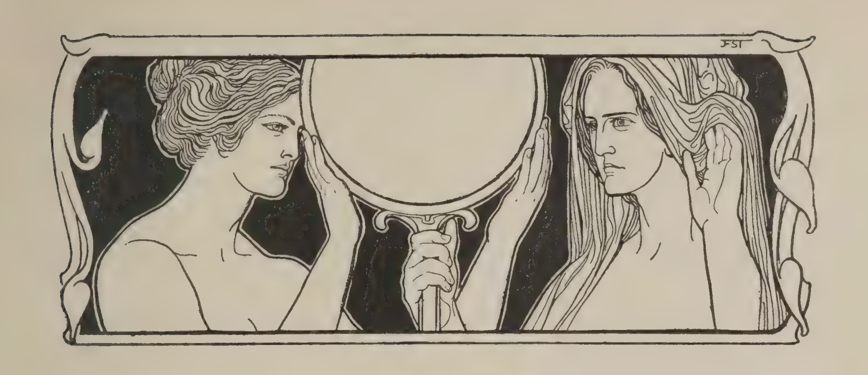
Es ist mir ein Glück geworden, das wenige wissenschaftliche Reisende in gleichem Maß mit mir geteilt haben: das Glück, nicht bloß Küstenländer, wie auf den Erdumsegelungen, sondern das Innere zweier Kontinente in weiten Räumen, und zwar da zu sehen, wo diese Räume die auffallendsten Kontraste der alpinischen Tropenlandschaft von Südamerika mit der öden Steppennatur des nördlichen Asiens darbieten. Solche Unternehmungen mußten bei der eben geschilderten Richtung meiner Bestrebungen zu allgemeinen Ansichten aufmuntern, sie mußten den Mut beleben, unsere dermalige Kenntnis der siderischen und tellurischen Erscheinungen des Kosmos in ihrem empirischen Zusammenhange in einem einzigen Werke abzuhandeln. Der bisher unbestimmt aufgefaßte Begriff einer *physischen Erdbeschreibung* ging so durch erweiterte Betrachtung, ja, nach einem vielleicht allzu kühnen Plane, durch das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer *physischen Weltbeschreibung* über.

Indem das allgemeine Naturgemälde von den fernsten Nebelflecken und kreisenden Doppelsternen des Weltraums zu den tellurischen Erscheinungen der Geographie der Organismen (Pflanzen, Tiere und Menschenrassen) herabsteigt, enthält es schon das, was ich als das Wichtigste und Wesentlichste meines ganzen Unternehmens betrachte: die innere Verkettung des Allgemeinen mit dem Besonderen; den Geist der Behandlung in Auswahl der Erfahrungssätze, in Form und Stil der Komposition. Wenn ich bisweilen des klassischen Altertums und der glücklichen Übergangsperiode des durch große geographische Entdeckungen wichtig gewordenen fünfzehnten und sechzehnten Jahrhunderts erwähnt habe, so ist es nur geschehen, weil in dem Bereich allgemeiner Ansichten der Natur es dem Menschen ein Bedürfnis ist, sich von Zeit zu Zeit dem Kreise streng dogmatisierender

moderner Meinungen zu entziehen und sich in das freie, phantasiereiche Gebiet älterer Ahnungen zu versenken.

Man hat es oft eine nicht erfreuliche Betrachtung genannt, daß, indem rein literarische Geistesprodukte gewurzelt sind in den Tiefen der Gefühle und der schöpferischen Einbildungskraft, alles, was mit der Empirie, mit Ergründung von Naturerscheinungen und physischer Gesetze zusammenhängt, in wenigen Jahrzehnten, bei zunehmender Schärfe der Instrumente und allmählicher Erweiterung des Horizontes der Beobachtung, eine andere Gestaltung annimmt, ja daß, wie man sich auszudrücken pflegt, veraltete naturwissenschaftliche Schriften als unlesbar der Vergessenheit übergeben sind. Wer von einer echten Liebe zum Naturstudium und von der erhabenen Würde desselben beseelt ist, kann durch nichts entmutigt werden, was an eine künftige Vervollkommnung des menschlichen Wissens erinnert. Viele und wichtige Teile dieses Wissens, in den Erscheinungen der Himmelsräume wie in den tellurischen Verhältnissen, haben bereits eine feste, schwer zu erschütternde Grundlage erlangt. In anderen Teilen werden allgemeine Gesetze an die Stelle der partikulären treten, neue Kräfte ergründet, für einfach gehaltene Stoffe vermehrt oder zergliedert werden. Ein Versuch, die Natur lebendig und in ihrer erhabenen Größe zu schildern, in dem wellenartig wiederkehrenden Wechsel physischer Veränderlichkeit das Beharrliche aufzuspüren, wird daher auch in späteren Zeiten nicht ganz unbeachtet bleiben.





Einleitende Betrachtungen

über die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses und eine wissenschaftliche Ergründung der Weltgesetze



Wer die Resultate der Naturforschung nicht in ihrem Verhältnis zu einzelnen Stufen der Bildung oder zu den individuellen Bedürfnissen des geselligen Lebens, sondern in ihrer großen Beziehung auf die gesamte Menschheit betrachtet, dem bietet sich als die erfreulichste Frucht dieser Forschung der Gewinn dar, durch Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen den Genuß der Natur vermehrt und veredelt zu sehen. Eine solche Veredelung ist aber das Werk der Beobachtung, der Intelligenz und der Zeit, in welcher alle Richtungen der Geisteskräfte sich reflektieren. Wie seit Jahrtausenden das Menschengeschlecht dahin gearbeitet hat, in dem ewig wiederkehrenden Wechsel der Weltgestaltungen das Beharrliche des Gesetzes aufzufinden und so allmählich durch die Macht der Intelligenz den weiten Erdkreis zu erobern, lehrt die Geschichte den, welcher den uralten Stamm unseres Wissens durch die tiefen Schichten der Vorzeit bis zu seinen Wurzeln zu verfolgen weiß. Diese Vorzeit befragen, heißt dem geheimnisvollen Gange der Ideen nachspüren,

auf welchem dasselbe Bild, das früh dem inneren Sinne als ein harmonisch geordnetes Ganzes, Kosmos, vorschwebte, sich zuletzt wie das Ergebnis langer, mühevoll gesammelter Erfahrungen darstellt.

In diesen beiden Epochen der Weltansicht, dem ersten Erwachen des Bewußtseins der Völker und dem endlichen gleichzeitigen Anbau aller Zweige der Kultur, spiegeln sich zwei Arten des Genusses ab. Den einen erregt, in dem offenen kindlichen Sinne des Menschen, der Eintritt in die freie Natur und das dunkle Gefühl des Einklangs, welcher in dem ewigen Wechsel ihres stillen Treibens herrscht. Der andere Genuß gehört der vollendeteren Bildung des Geschlechts und dem Reflex dieser Bildung auf das Individuum an: er entspringt aus der Einsicht in die Ordnung des Weltalls und in das Zusammenwirken der physischen Kräfte. So wie der Mensch sich nun Organe schafft, um die Natur zu befragen und den engen Raum seines flüchtigen Daseins zu überschreiten; wie er nicht mehr bloß beobachtet, sondern Erscheinungen unter bestimmten Bedingungen hervorzurufen weiß; wie endlich die Philosophie der Natur, ihrem alten dichterischen Gewande entzogen, den ernsten Charakter einer denkenden Betrachtung des Beobachteten annimmt: treten klare Erkenntnis und Begrenzung an die Stelle dumpfer Ahnungen und unvollständiger Induktionen. Die dogmatischen Ansichten der vorigen Jahrhunderte leben dann nur fort in den Vorurteilen des Volks und in gewissen Disziplinen, die in dem Bewußtsein ihrer Schwäche sich gern in Dunkelheit hüllen. Sie erhalten sich auch als ein lästiges Erbteil in den Sprachen, die sich durch symbolisierende Kunstwörter und geistlose Formen verunstalten. Nur eine kleine Zahl sinniger Bilder der Phantasie, welche, wie vom Dufte der Urzeit umflossen, auf uns gekommen sind, gewinnen bestimmtere Umrisse und erneuerte Gestalt.

Die Natur ist für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit, Verbindung des Mannigfaltigen in Form und Mischung, Inbegriff der Naturdinge und Naturkräfte als ein lebendiges Ganzes. Das wichtigste Resultat des sinnigen physischen Forschens ist daher dieses: in der Mannigfaltigkeit die Einheit zu erkennen; von dem Individuellen alles zu umfassen, was die Entdeckungen der letzteren

Zeitalter uns darbieten; die Einzelheiten prüfend zu sondern und doch nicht ihrer Masse zu unterliegen: der erhabenen Bestimmung des Menschen eingedenk, den Geist der Natur zu ergreifen, welcher unter der Decke der Erscheinungen verhüllt liegt. Auf diesem Wege reicht unser Bestreben über die enge Grenze der Sinnenwelt hinaus; und es kann uns gelingen, die Natur begreifend, den rohen Stoff empirischer Anschauung gleichsam durch Ideen zu beherrschen.

Wenn wir zuvörderst über die verschiedenen Stufen des Genusses nachdenken, welchen der Anblick der Natur gewährt, so finden wir, daß die erste unabhängig von der Einsicht in das Wirken der Kräfte, ja fast unabhängig von dem eigentümlichen Charakter der Gegend ist, die uns umgibt. Wo in der Ebene einförmig gesellige Pflanzen den Boden bedecken und auf grenzenloser Ferne das Auge ruht; wo des Meeres Wellen das Ufer sanft bespülen und durch Ulfen und grünenden Seetang ihren Weg bezeichnen: überall durchdringt uns das Gefühl der freien Natur, ein dumpfes Ahnen ihres „Bestehens nach inneren ewigen Gesetzen". In solchen Anregungen ruht eine geheimnisvolle Kraft; sie sind erheiternd und lindernd, stärken und erfrischen den ermüdeten Geist, besänftigen oft das Gemüt, wenn es schmerzlich in seinen Tiefen erschüttert oder vom wilden Drange der Leidenschaften bewegt ist. Was ihnen Ernstes und Feierliches beiwohnt, entspringt aus dem fast bewußtlosen Gefühle höherer Ordnung und innerer Gesetzmäßigkeit der Natur; aus dem Eindruck ewig wiederkehrender Gebilde, wo in dem Besondersten des Organismus das Allgemeine sich spiegelt; aus dem Kontraste zwischen dem sittlich Unendlichen und der eigenen Beschränktheit, der wir zu entfliehen streben. In jedem Erdstriche, überall, wo die wechselnden Gestalten des Tier- und Pflanzenlebens sich darbieten, auf jeder Stufe intellektueller Bildung sind dem Menschen diese Wohltaten gewährt.

Ein anderer Naturgenuß, ebenfalls nur das Gefühl ansprechend, ist der, welchen wir nicht dem bloßen Eintritt in das Freie (wie wir tief bedeutsam in unserer Sprache sagen), sondern dem individuellen Charakter einer Gegend, gleichsam der physiognomischen Gestaltung der Oberfläche unseres Planeten verdanken. Eindrücke solcher

Art sind lebendiger, bestimmter und deshalb für besondere Gemütszustände geeignet. Bald ergreift uns die Größe der Naturmassen im wilden Kampfe der entzweiten Elemente oder, ein Bild des Unbeweglich-Starren, die Öde der unermeßlichen Grasfluren und Steppen, wie in dem gestaltlosen Flachlande der Neuen Welt und des nördlichen Asiens; bald fesselt uns, freundlicheren Bildern hingegeben, der Anblick der bebauten Flur, die erste Ansiedelung des Menschen, von schroffen Felsschichten umringt, am Rande des schäumenden Gießbachs. Denn es ist nicht sowohl die Stärke der Anregung, welche die Stufen des individuellen Naturgenusses bezeichnet, als der bestimmte Kreis von Ideen und Gefühlen, die sie erzeugen und welchen sie Dauer verleihen.

Darf ich mich hier der eigenen Erinnerung großer Naturszenen überlassen: so gedenke ich des Ozeans, wenn in der Milde tropischer Nächte das Himmelsgewölbe sein planetarisches, nicht funkelndes Sternenlicht über die sanftwogende Wellenfläche ergießt; oder der Waldtäler der Kordilleren, wo mit kräftigem Triebe hohe Palmenstämme das düstere Laubdach durchbrechen und als Säulengänge hervorragen, „ein Wald über dem Walde“; oder des Piks von Teneriffa, wenn horizontale Wolkenschichten den Aschenkegel von der unteren Erdfläche trennen und plötzlich durch eine Öffnung, die der aufsteigende Luftstrom bildet, der Blick von dem Rande des Kraters sich auf die weinbekränzten Hügel von Orotava und die Hesperidengärten der Küste hinabsenkt. In diesen Szenen ist es nicht mehr das stille, schaffende Leben der Natur, ihr ruhiges Treiben und Wirken, die uns ansprechen: es ist der individuelle Charakter der Landschaft, ein Zusammenfließen der Umrisse von Wolken, Meer und Küsten im Morgendufte der Inseln; es ist die Schönheit der Pflanzenformen und ihrer Gruppierung. Denn das Ungemessene, ja selbst das Schreckliche in der Natur, alles, was unsere Fassungskraft übersteigt, wird in einer romantischen Gegend zur Quelle des Genusses. Die Phantasie übt dann das freie Spiel ihrer Schöpfungen an dem, was von den Sinnen nicht vollständig erreicht werden kann; ihr Wirken nimmt eine andere Richtung bei jedem Wechsel in der Gemütsstimmung des

Beobachters. Getäuscht, glauben wir von der Außenwelt zu empfangen, was wir selbst in diese gelegt haben.

Wenn nach langer Seefahrt, fern von der Heimat, wir zum erstenmal ein Tropenland betreten, erfreut uns an schroffen Felswänden der Anblick derselben Gebirgsarten (des Tonschiefers oder des basaltartigen Mandelsteins), die wir auf europäischem Boden verließen und deren Allverbreitung zu beweisen scheint, es habe die alte Erdrinde sich unabhängig von dem äußeren Einfluß der jetzigen Klimate gebildet; aber diese wohlbekannte Erdrinde ist mit den Gestalten einer fremdartigen Flora geschmückt. Da offenbart sich uns, den Bewohnern der nordischen Zone, von ungewohnten Pflanzenformen, von der überwältigenden Größe des tropischen Organismus und einer exotischen Natur umgeben, die wunderbar aneignende Kraft des menschlichen Gemütes. Wir fühlen uns so mit allem Organischen verwandt, daß, wenn es anfangs auch scheint, als müsse die heimische Landschaft, wie ein heimischer Volksdialekt, uns zutraulicher und durch den Reiz einer eigentümlichen Natürlichkeit uns inniger anregen als jene fremde üppige Pflanzenfülle, wir uns doch bald in dem Palmenklima der heißen Zone eingebürgert glauben. Durch den geheimnisvollen Zusammenhang aller organischen Gestaltung (und unbewußt liegt in uns das Gefühl der Notwendigkeit dieses Zusammenhangs) erscheinen unserer Phantasie jene exotischen Formen wie erhöht und veredelt aus denen, die unsere Kindheit umgaben. So leiten dunkle Gefühle und die Verkettung sinnlicher Anschauungen, wie später die Tätigkeit der kombinierenden Vernunft, zu der Erkenntnis, welche alle Bildungsstufen der Menschheit durchdringt, daß ein gemeinsames, gesetzliches und darum ewiges Band die ganze lebendige Natur umschlinge.

Es ist ein gewagtes Unternehmen, den Zauber der Sinnenwelt einer Zergliederung seiner Elemente zu unterwerfen. Denn der großartige Charakter einer Gegend ist vorzüglich dadurch bestimmt, daß die eindrucksreichsten Naturerscheinungen gleichzeitig vor die Seele treten, daß eine Fülle von Ideen und Gefühlen gleichzeitig erregt werden. Die Kraft einer solchen über das Gemüt errungenen Herr-

schaft ist recht eigentlich an die Einheit des Empfundenen, des Nichtentfalteten geknüpft. Will man aber aus der objektiven Verschiedenheit der Erscheinungen die Stärke des Totalgefühls erklären, so muß man sondernd in das Reich bestimmter Naturgestalten und wirkender Kräfte hinabsteigen. Den mannigfaltigsten und reichsten Stoff für diese Art der Betrachtungen gewährt die landschaftliche Natur im südlichen Asien oder im neuen Kontinent: da, wo hohe Gebirgsmassen den Boden des Luftmeers bilden, und wo dieselben vulkanischen Mächte, welche einst die lange Andesmauer aus tiefen Erdspalten emporgehoben, jetzt noch ihr Werk zum Schrecken der Anwohner oft erschüttern.

Naturgemälde, nach leitenden Ideen aneinandergereiht, sind nicht allein dazu bestimmt, unseren Geist angenehm zu beschäftigen; ihre Reihenfolge kann auch die Graduation der Natureindrücke bezeichnen, deren allmählich gesteigerter Intensität wir aus der einförmigen Leere pflanzenloser Ebenen bis zu der üppigen Blütenfülle der heißen Zone gefolgt sind. Wenn man als ein Spiel der Phantasie den Pilatus auf das Schreckhorn, oder unsere sudetische Schneekoppe auf den Montblanc auftürmt, so hat man noch nicht eine der größten Höhen der Andeskette, den Chimborasso, die doppelte Höhe des Ätna, erreicht; wenn man auf den Chimborasso den Rigi oder den Athos türmt, so schaffen wir uns ein Bild von dem höchsten Gipfel des Himalajagebirges, dem Dhawalagiri. Obgleich das indische Gebirge in der Größe seiner kolossalen, jetzt durch wiederholte Messung wohl bestimmten Massen die Andeskette übertrifft, so gewährt ihr Anblick doch nicht die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, welche die Kordilleren von Südamerika charakterisieren. Höhe allein bestimmt nicht den Eindruck der Natur. Die Himalajakette liegt schon weit außerhalb der Grenze tropischer Klimate. Kaum verirrt sich eine Palme bis in die schönen Täler der Vorgebirge von Nepaul und Kumaon. Unter dem 28. und 34. Grade der Breite, am Abhange des alten Paropamisus, entfaltet die vegetabilische Natur nicht mehr die Fülle baumartiger Farnkräuter und Gräser, großblütiger Orchideen und Bananengewächse, welche unter den Wendekreisen bis

zu den Hochebenen hinaufsteigen. Unter dem Schatten der zederartigen Deodwarafichte und großblätteriger Eichen bedecken das granitartige Gestein europäische und nordasiatische Pflanzenformen. Es sind nicht dieselben Arten, aber ähnliche Gebilde: Wacholder, Alpenbirken, Gentianen, Parnassien und stachelige Ribes-Arten. Dem Himalaja fehlen die wechselnden Erscheinungen tätiger Vulkane, welche in der indischen Inselwelt drohend an das innere Leben der Erde mahnen.

Die dem Äquator nahe Gebirgsgegend hat einen anderen, nicht genugsam beachteten Vorzug: es ist der Teil der Oberfläche unseres Planeten, wo im engsten Raume die Mannigfaltigkeit der Natureindrücke ihr Maximum erreicht. In der tiefgefurchten Andeskette von Neu-Granada und Quito ist es dem Menschen gegeben, alle Gestalten der Pflanzen und alle Gestirne des Himmels gleichzeitig zu schauen. Ein Blick umfaßt Helikonien, hochgefiederte Palmen, Bambusse, und über diesen Formen der Tropenwelt: Eichenwälder, Mespilus-Arten und Doldengewächse, wie in unserer deutschen Heimat; ein Blick umfaßt das südliche Kreuz, die Magelhaensischen Wolken und die leitenden Sterne des Bären, die um den Nordpol kreisen. Dort öffnen der Erde Schoß und beide Hemisphären des Himmels den ganzen Reichtum ihrer Erscheinungen und verschiedenartigen Gebilde; dort sind die Klimate wie die durch sie bestimmten Pflanzenzonen schichtenweise übereinandergelagert; dort die Gesetze abnehmender Wärme dem aufmerksamen Beobachter verständlich, mit ewigen Zügen in die Felsenwände der Andeskette am Abhange des Gebirges eingegraben.

Sind die tropischen Länder eindrucksreicher für das Gemüt durch Fülle und Üppigkeit der Natur, so sind sie zugleich auch (und dieser Gesichtspunkt ist der wichtigste in dem Ideengange, den ich hier verfolge) vorzugsweise dazu geeignet, durch einförmige Regelmäßigkeit in den meteorologischen Prozessen des Luftkreises und in der periodischen Entwickelung des Organismus, durch scharfe Scheidung der Gestalten bei senkrechter Erhebung des Bodens dem Geiste die gesetzmäßige Ordnung der Himmelsräume, wie abgespiegelt in dem Erdenleben, zu zeigen.

In den heißen Ebenen, die sich wenig über die Meeresfläche der Südsee erheben, herrscht die Fülle der Pisanggewächse, der Cykadeen und Palmen; ihr folgen, von hohen Talwänden beschattet, baumartige Farnkräuter und in üppiger Naturkraft, von kühlem Wolkennebel unaufhörlich getränkt und erfrischt, die Cinchonen, welche die lange verkannte wohltätige Fieberrinde geben. Wo der hohe Baumwuchs aufhört, blühen, gesellig aneinandergedrängt, Aralien, Thibaudien und myrtenblättrige Andromeden. Einen purpurroten Gürtel bildet die Alpenrose der Kordilleren, die harzreiche Befaria. Dann verschwinden allmählich in der stürmischen Region der Paramos (Hochebenen in den Kordilleren) die höheren Gesträuche und die großblütigen Kräuter. Rispentragende Monokotyledonen bedecken einförmig den Boden: eine unabsehbare Grasflur, gelb leuchtend in der Ferne; hier weiden einsam das Kamelschaf und die von den Europäern eingeführten Rinder. Wo die nackten Felsklippen trachytartigen Gesteins sich aus der Rasendecke emporheben, da entwickeln sich bei mangelnder Dammerde nur noch Pflanzen niederer Organisation: die Schar der Flechten, welche der dünne, kohlenstoffarme Luftkreis dürftig ernährt; Parmelien, Lecideen und der vielfarbige Keimstaub der Leprarien. Inseln frisch gefallenen Schnees verhüllen hier die letzten Regungen des Pflanzenlebens, bis, scharf begrenzt, die Zone des ewigen Eises beginnt. Durch die weißen, wahrscheinlich hohlen, glockenförmigen Gipfel streben, doch meist vergebens, die unterirdischen Mächte auszubrechen. Wo es ihnen gelungen ist, durch runde, kesselförmige Feuerschlünde oder langgedehnte Spalten mit dem Luftkreise in bleibenden Verkehr zu treten, da stoßen sie fast nie Laven, aber Kohlensäure, Schwefelhydrate und heiße Wasserdämpfe aus.

Ein so erhabenes Schauspiel konnte bei den Bewohnern der Tropenwelt in dem ersten Andrange roher Naturgefühle nur Bewunderung und dumpfes Erstaunen erregen. Der innere Zusammenhang großer, periodisch wiederkehrender Erscheinungen, die einfachen Gesetze, nach denen diese Erscheinungen sich zonenweise gruppieren, bieten sich dort allerdings dem Menschen in größerer Klarheit dar; aber bei den Ursachen, welche in vielen Teilen dieses glücklichen Erd-

strichs dem lokalen Entstehen hoher Gesittung entgegentreten, sind die Vorteile eines leichteren Erkennens jener Gesetze (soweit geschichtliche Kunde reicht) unbenutzt geblieben. Gründliche Untersuchungen der neuesten Zeit haben es mehr als zweifelhaft gemacht, daß der eigentliche Ursitz indischer Kultur, eine der herrlichsten Blüten des Menschengeschlechts, deren südöstlichste Verbreitung Wilhelm von Humboldt in seinem großen Werke „über die Kawi-Sprache" entwickelt hat, innerhalb der Wendekreise gewesen sei. Airyana Vaedjô, das alte Zendland, lag im Nordwesten des oberen Indus, und nach dem religiösen Zwiespalt, dem Abfall der Iranier vom brahmanischen Institute und ihrer Trennung von den Indern, hat bei diesen die ursprünglich gemeinschaftliche Sprache ihre eigentümliche Gestaltung, wie das bürgerliche Wesen seine Ausbildung im Magadha oder Madhya Desa, zwischen der kleinen Vindhyakette und dem Himalaja, erlangt.

Tiefere Einsicht in das Wirken der physischen Kräfte hat sich doch nur, wenngleich spät, bei den Volksstämmen gefunden, welche die gemäßigte Zone unserer Hemisphäre bewohnen. Von daher ist diese Einsicht in die Tropenregion und in die ihr nahen Länder durch Völkerzüge und fremde Ansiedler gebracht worden: eine Verpflanzung wissenschaftlicher Kultur, die auf das intellektuelle Leben und den industriellen Wohlstand der Kolonien wie der Mutterstaaten gleich wohltätig eingewirkt hat. Wir berühren hier den Punkt, wo in dem Kontakt mit der Sinnenwelt zu den Anregungen des Gemütes sich noch ein anderer Genuß gesellt, ein Naturgenuß, der aus Ideen entspringt: da, wo in dem Kampf der streitenden Elemente das Ordnungsmäßige, Gesetzliche nicht bloß geahnt, sondern vernunftmäßig erkannt wird; wo der Mensch, wie der unsterbliche Dichter sagt:

„sucht den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht".

Um diesen Naturgenuß, der aus Ideen entspringt, bis zu seinem ersten Keime zu verfolgen, bedarf es nur eines flüchtigen Blickes auf die Entwickelungsgeschichte der Philosophie der Natur oder alten Lehre vom Kosmos.

Ein dumpfes, schauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten, von dem geheimnisvollen Bande, welches das Sinnliche

und Übersinnliche verknüpft, ist allerdings (und meine eigenen Reisen haben es bestätigt) selbst wilden Völkern eigen. Die Welt, die sich dem Menschen durch die Sinne offenbart, schmilzt, ihm selbst fast unbewußt, zusammen mit der Welt, welche er, inneren Anklängen folgend, als ein großes Wunderland in seinem Busen aufbaut. Diese aber ist nicht der reine Abglanz von jener; denn sowenig auch noch das Äußere von dem Inneren sich loszureißen vermag, so wirkt doch schon unaufhaltsam bei den rohesten Völkern die schaffende Phantasie und die symbolisierende Ahnung des Bedeutsamen in den Erscheinungen. Was bei einzelnen mehr begabten Individuen sich als Rudiment einer Naturphilosophie, gleichsam als eine Vernunftanschauung darstellt, ist bei ganzen Stämmen das Produkt instinktiver Empfänglichkeit. Auf diesem Wege, in der Tiefe und Lebendigkeit dumpfer Gefühle, liegt zugleich der erste Antrieb zum Kultus, die Heiligung der erhaltenden wie der zerstörenden Naturkräfte. Wenn nun der Mensch, indem er die verschiedenen Entwickelungsstufen seiner Bildung durchläuft, minder an den Boden gefesselt, sich allmählich zu geistiger Freiheit erhebt, genügt ihm nicht mehr ein dunkles Gefühl, die stille Ahnung von der Einheit aller Naturgewalten. Das zergliedernde und ordnende Denkvermögen tritt in seine Rechte ein; und wie die Bildung des Menschengeschlechts, so wächst gleichmäßig mit ihr bei dem Anblick der Lebensfülle, welche durch die ganze Schöpfung fließt, der unaufhaltsame Trieb, tiefer in den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen einzudringen.

Schwer ist es, einem solchen Triebe schnelle und doch sichere Befriedigung zu gewähren. Aus unvollständigen Beobachtungen und noch unvollständigeren Induktionen entstehen irrige Ansichten von dem Wesen der Naturkräfte: Ansichten, die, durch bedeutsame Sprachformen gleichsam verkörpert und erstarrt, sich wie ein Gemeingut der Phantasie durch alle Klassen einer Nation verbreiten. Neben der wissenschaftlichen Physik bildet sich dann eine andere, ein System ungeprüfter, zum Teil gänzlich mißverstandener Erfahrungskenntnisse. Wenige Einzelheiten umfassend, ist diese Art der Empirik um so anmaßender, als sie keine Tatsachen kennt, von denen sie erschüttert wird.

Sie ist in sich abgeschlossen, unveränderlich in ihren Axiomen, anmaßend wie alles Beschränkte: während die wissenschaftliche Naturkunde, untersuchend und darum zweifelnd, das fest Ergründete von dem bloß Wahrscheinlichen trennt und sich täglich durch Erweiterung und Berichtigung ihrer Ansichten vervollkommnet.

Eine solche rohe Anhäufung physischer Dogmen, welche ein Jahrhundert dem anderen überliefert und aufdrängt, wird aber nicht bloß schädlich, weil sie einzelne Irrtümer nährt, weil sie hartnäckig wie das Zeugnis schlecht beobachteter Tatsachen ist; nein, sie hindert auch jede großartige Betrachtung des Weltbaus. Statt den mittleren Zustand zu erforschen, um welchen, bei der scheinbaren Ungebundenheit der Natur, alle Phänomene innerhalb enger Grenzen oszillieren, erkennt sie nur die Ausnahmen von den Gesetzen; sie sucht andere Wunder in den Erscheinungen und Formen als die der geregelten und fortschreitenden Entwicklung. Immer ist sie geneigt, die Kette der Naturbegebenheiten zerrissen zu wähnen, in der Gegenwart die Analogie mit der Vergangenheit zu verkennen; und spielend, bald in den fernen Himmelsräumen, bald im Innern des Erdkörpers, die Ursache jener erdichteten Störungen der Weltordnung aufzufinden.

Ich kann der Besorgnis nicht Raum geben, zu welcher Beschränkung oder eine gewisse sentimentale Trübheit des Gemütes zu leiten scheinen: der Besorgnis, daß bei jedem Forschen in das innere Wesen der Kräfte die Natur von ihrem Zauber, von dem Reize des Geheimnisvollen und Erhabenen verliere. Allerdings wirken Kräfte im eigentlichen Sinne des Wortes nur dann magisch, wie im Dunkel einer geheimnisvollen Macht, wenn ihr Wirken außerhalb des Gebietes allgemein erkannter Naturbedingungen liegt. Der Beobachter, der durch ein Heliometer oder einen prismatischen Doppelspat den Durchmesser der Planeten bestimmt, jahrelang die Meridianhöhe desselben Sternes mißt, zwischen dichtgedrängten Nebelflecken teleskopische Kometen erkennt, fühlt (und es ist ein Glück für den sicheren Erfolg dieser Arbeit) seine Phantasie nicht mehr angeregt als der beschreibende Botaniker, solange er die Kelcheinschnitte und die Staubfäden einer

Blume zählt und in der Struktur eines Laubmooses die einfachen oder doppelten, die freien oder ringförmig verwachsenen Zähne der Samenkapsel untersucht; aber das Messen und Auffinden numerischer Verhältnisse, die sorgfältigste Beobachtung des einzelnen bereitet zu der höheren Kenntnis des Naturganzen und der Weltgesetze vor. Dem Physiker, welcher (wie Thomas Young, Arago und Fresnel) die ungleich langen Ströme der durch Interferenz sich vernichtenden oder verstärkenden Lichtwellen mißt; dem Astronomen, der mittels der raumdurchdringenden Kraft der Fernröhre nach den Monden des Uranus am äußersten Rande unseres Sonnensystems forscht oder (wie Herschel, South und Struve) aufglimmende Lichtpunkte in farbige Doppelsterne zerlegt; dem eingeweihten Blick des Botanikers, welcher die charaartig kreisende Bewegung der Saftkügelchen in fast allen vegetabilischen Zellen, die Einheit der Gestaltung, das ist die Verkettung der Formen in Geschlechtern und natürlichen Familien, erkennt: gewähren die Himmelsräume wie die blütenreiche Pflanzendecke der Erde gewiß einen großartigeren Anblick als dem Beobachter, dessen Natursinn noch nicht durch die Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen geschärft ist. Wir können daher dem geistreichen Burke nicht beipflichten, wenn er behauptet, daß „aus der Unwissenheit von den Dingen der Natur allein die Bewunderung und das Gefühl des Erhabenen entstehe“.

Während die gemeine Sinnlichkeit die leuchtenden Gestirne an ein kristallenes Himmelsgewölbe heftet, erweitert der Astronom die räumliche Ferne; er begrenzt unsere Weltengruppe, nur um jenseits andere und andere ungezählte Gruppen (eine aufglimmende Inselflur) zu zeigen. Das Gefühl des Erhabenen, insofern es aus der einfachen Naturanschauung der Ausdehnung zu entspringen scheint, ist der feierlichen Stimmung des Gemütes verwandt, welche dem Ausdruck des Unendlichen und Freien in den Sphären ideeller Subjektivität, in dem Bereich des Geistigen angehört. Auf dieser Verwandtschaft, dieser Bezüglichkeit der sinnlichen Eindrücke beruht der Zauber des Unbegrenzten: sei es auf dem Ozean und im Luftmeere, wo dieses eine isolierte Bergspitze umgibt; sei es im Weltraume, in den die

nebelauflösende Kraft großer Fernröhre unsere Einbildungskraft tief und ahnungsvoll versenkt.

Dem Auge, Organ der Weltanschauung, ist erst seit drei Jahrhunderten durch künstliche teleskopische Steigerung seiner Sehkraft das großartigste Hilfsmittel zur Kenntnis des Inhalts der Welträume, zur Erforschung der Gestaltung, physischen Beschaffenheit und Massen der Planeten samt ihren Monden geworden. Das erste Fernrohr wurde 1608, sieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, konstruiert. Schon waren nacheinander durch das Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecke, die sichelförmige Gestalt der Venus, der Saturnsring als Dreigestaltung eines Planeten, teleskopische Sternschwärme und der Nebelfleck der Andromeda entdeckt, als sich erst 1634 dem um die Längenbeobachtungen so verdienten französischen Astronomen Morin der Gedanke darbot, ein Fernrohr an die Alhidade eines Meßinstruments zu befestigen und den Arkturus bei Tage aufzusuchen. Die Vervollkommnung der Teilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schärfe der Beobachtung, gänzlich oder doch großenteils verfehlt haben, wenn man nicht optische Werkzeuge mit astronomischen Instrumenten in Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des Messens in Verhältnis gesetzt hätte. Die Mikrometervorrichtung von feinen Fäden, im Brennpunkt des Fernrohrs ausgespannt, welche der Anwendung des letzteren erst ihren eigentlichen, und zwar einen unschätzbaren Wert gab, wurde noch sechs Jahre später, erst 1640, von dem jungen talentvollen Gascoigne erfunden.

Umfaßt das teleskopische Sehen, Erkennen und Messen nur 240 (jetzt 300) Jahre unseres astronomischen Wissens, so zählen wir, ohne der Chaldäer, der Ägypter und der Chinesen zu gedenken, bloß von Timochares und Aristyllus an bis zu den Entdeckungen von Galilei mehr als 19 Jahrhunderte, in denen Lage und Lauf der Gestirne mit unbewaffnetem Auge beobachtet worden ist. Bei den vielen Störungen, welche in dieser langen Periode unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeeres umwohnen, der Fortschritt der Kultur und die Erweiterung des Ideenkreises erlitten hat, muß man über das erstaunen,

was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Äquinoktialpunkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmsten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternörtern, was Kopernikus von dem wahren Weltsysteme, Tycho von der Vervollkommnung der praktischen Astronomie und ihren Methoden vor Erfindung des teleskopischen Sehens erkannt haben. Lange Röhren, deren sehr wahrscheinlich sich schon die Alten, mit Gewißheit die arabischen Astronomen bedienten zum Absehen an Diopterm oder Spaltöffnungen, konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Hassan spricht sehr bestimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Okular- und Objektivdiopter befestigt waren; auch wurde diese Vorrichtung auf der von Hulagu gegründeten Sternwarte zu Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Aufsuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher sichtbar wurden als ohne dieselbe, so liegt, wie schon Arago bemerkt hat, die Ursache darin, daß die Röhre einen großen Teil des störenden diffusen Lichts der Luftschichten abhält, welche zwischen dem an die Röhre angedrückten Auge und dem Sterne liegen. Ebenso hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiteneindruck des schwachen Lichtes, welches die Luftteilchen von den gesamten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intensität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen scheinbar zu. Nach einer viel emendierten und viel bestrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch Röhren Erwähnung geschieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Gestalt der Gestirne“, irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung, gedacht.

Licht, aus welcher Quelle es kommen mag, aus der Sonne als Sonnenlicht oder von den Planeten reflektiert, aus den Fixsternen, aus faulem Holze oder als Produkt der Lebenstätigkeit der Leuchtwürmer, zeigt dieselben Brechungsverhältnisse. Aber die prismatischen Farbenbilder (Spektra) aus verschiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fixsternen) zeigen eine Verschiedenheit der Lage in den dunkeln Linien, welche Wollaston 1808 zuerst entdeckt und deren Lage Fraunhofer zwölf Jahre später mit so großer Genauigkeit bestimmt hat. Wenn

dieser schon 600 dunkle Linien (eigentliche Lücken, Unterbrechungen, fehlende Teile des Farbenbildes) zählte, so stieg in der Arbeit von Sir David Brewster (1833) die Zahl der Linien bei den schönen Versuchen mit Stickstoffoxyd auf mehr als 2000. In den Farbenbildern, welche das zurückgeworfene Licht des Mondes, der Venus, des Mars und der Wolken gibt, erkennt man, wie wohl zu vermuten stand, alle Eigentümlichkeiten des Sonnenspektrums. Dagegen sind die dunkeln Linien des Spektrums des Sirius von denen des Kastor oder anderer Fixsterne verschieden. Kastor zeigt selbst andere Linien als Pollux und Procyon. (P. Secchi hat neuerdings bei etwa 4000 von ihm untersuchten Sternen vier verschiedene Typen der Spektren erkannt und die wenigen davon völlig abweichenden zu einem fünften Typus zusammengestellt.)

Das neue Leben, von dem alle Teile der Optik durchdrungen worden sind, als zufällig das von den Fenstern des Palais du Luxembourg zurückstrahlende Licht der untergehenden Sonne den scharfsinnigen Malus (1808) zu seiner wichtigen Entdeckung der Polarisation leitete, hat durch die tiefer ergründeten Erscheinungen der doppelten Brechung, der gewöhnlichen (Huygensschen) und der farbigen Polarisation, der Interferenz und der Diffraktion dem Forscher unerwartete Mittel dargeboten, direktes und reflektiertes Licht zu unterscheiden, in die Konstitution des Sonnenkörpers und seiner leuchtenden Hüllen einzudringen, den Druck und den kleinsten Wassergehalt der Luftschichten zu messen, den Meeresboden und seine Klippen mittels einer Turmalinplatte zu erspähen, ja nach Newtons Vorgange die chemische Beschaffenheit (Mischung) mehrerer Substanzen mit ihren optischen Wirkungen zu vergleichen.

So verschieden auch die Sehkraft unter den Menschen ist, gibt es doch auch hier für das unbewaffnete Auge eine gewisse Mittelstufe organischer Fähigkeit, die bei dem älteren Geschlechte (bei Griechen und Römern) dieselbe wie heutzutage war. Die Plejaden geben den Beweis dafür, daß vor mehreren tausend Jahren wie jetzt Sterne, welche die Astronomen 7. Größe nennen, dem bloßen Auge bei mittlerer Sehkraft unsichtbar blieben. Die Plejadengruppe besteht aus einem

Stern 3. Größe, Alcyone; aus zweien 4., Elektra und Atlas; dreien 5., Merope, Maja und Taygeta; zweien 6. bis 7., Plejone und Celäno; einem 7. bis 8., Asterope, und vielen sehr kleinen teleskopischen Sternen. Ich bediene mich der jetzigen Benennung und Reihung, denn bei den Alten wurden dieselben Namen teilweise anderen Sternen beigelegt. Nur die erstgenannten sechs Sterne 3., 4. und 5. Größe wurden mit Leichtigkeit gesehen. Man hielt eine der Atlastöchter, Merope, die einzige, die sich mit einem Sterblichen vermählt, für schamvoll verhüllt, auch wohl für ganz verschwunden. Sie ist wahrscheinlich der Stern fast 7. Größe, welchen wir Celäno nennen; denn Hipparch im Kommentar zu Aratus bemerkt, daß bei heiterer mondleerer Nacht man wirklich sieben Sterne erkenne. Man sah dann Celäno; denn Plejone, bei gleicher Helligkeit, steht dem Atlas, einem Stern 4. Größe, zu nahe.

Der kleine Stern Alkor, unser Reiterchen, welcher im Schwanz des großen Bären steht, ist nach Argelander 5. Größe, aber durch die Strahlen von Mizar überglänzt. Er wurde von den Arabern Saidak, der Prüfer, genannt, weil, wie der persische Astronom Kazwini sagt, „man an ihm die Sehkraft zu prüfen pflegte". Ich habe Alkor mit unbewaffnetem Auge, trotz der niedrigen Stellung des großen Bären unter den Tropen, jeden Abend an der regenlosen Küste von Cumana und auf den 12000 Fuß (3900 m) hohen Ebenen der Kordilleren in großer Deutlichkeit, nur selten und ungewisser in Europa und in den trockenen Luftschichten der nordasiatischen Steppen erkannt. Die Grenze, innerhalb deren es dem unbewaffneten Auge nicht mehr möglich ist, zwei sich sehr nahestehende Objekte am Himmel voneinander zu trennen, hängt, wie Mädler sehr richtig bemerkt, von dem relativen Glanze der Sterne ab.

Das Überglänzen durch die Strahlen des nahen Planeten ist auch die Hauptsache, warum die Jupitertrabanten, welche aber nicht alle einen Lichtglanz von Sternen 5. Größe haben, dem unbewaffneten Auge unsichtbar bleiben. Nur einzelne Beispiele werden angeführt, wo Personen von außerordentlicher Scharfsichtigkeit, d. h. solche, welche mit bloßen Augen schwächere Sterne als die 6. Größe

deutlich erkennen, einzelne Jupitertrabanten ohne Fernrohr gesehen haben.

Der Übergang des natürlichen zum teleskopischen Sehen, welcher das erste Zehntteil des 17. Jahrhunderts bezeichnet und für die Astronomie (die Kenntnis des Weltraumes) noch wichtiger wurde, als es für die Kenntnis der irdischen Räume das Jahr 1492 gewesen war, hat nicht bloß den Blick in die Schöpfung endlos erweitert, er hat auch, neben der Bereicherung des menschlichen Ideenkreises, durch Darlegung neuer und verwickelter Probleme das mathematische Wissen zu einem bisher nie erreichten Glanze erhoben. So wirkt die Stärkung sinnlicher Organe auf die Gedankenwelt, auf die Stärkung intellektueller Kraft, auf die Veredelung der Menschheit. Wenn unser Sonnensystem, das so lange auf sechs Planeten und einen Mond beschränkt schien, auf die eben geschilderte Weise in 240 Jahren bereichert worden ist, so hat der sogenannte Fixsternhimmel schichtenweise eine noch viel unerwartetere Erweiterung gewonnen. Tausende von Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelsternen sind aufgezählt. Die veränderliche Stellung der Doppelsterne, welche um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen, hat, wie die eigentliche Bewegung aller Fixsterne, erwiesen, daß Gravitationskräfte in jenen fernen Welträumen wie in unseren engen planetarischen, sich wechselseitig störenden Kreisen walten. Seitdem Morin und Gascoigne (freilich erst 25—30 Jahre nach Erfindung des Fernrohrs) optische Vorrichtungen mit Meßinstrumenten verbanden, haben feinere Bestimmungen der Ortsveränderung in den Gestirnen erreicht werden können. Die astronomische Kenntnis des Sonnensystems erweiterte sich allmählich zu der eines Weltsystems.

In dem wundervollen Gewebe des Organismus, in dem ewigen Treiben und Wirken der lebendigen Kräfte führt allerdings jedes tiefere Forschen an den Eingang neuer Labyrinthe. Aber gerade diese Mannigfaltigkeit unbetretener, vielverschlungener Wege erregt auf allen Stufen des Wissens freudiges Erstaunen. Jedes Naturgesetz, das sich dem Beobachter offenbart, läßt auf ein höheres, noch unerkanntes schließen; denn die Natur ist, wie Carus trefflich sagt, und wie das

Wort selbst dem Römer und dem Griechen andeutete, „das ewig Wachsende, ewig im Bilden und Entfalten Begriffene“. Der Kreis der organischen Typen erweitert sich, je mehr die Erdräume auf Land- und Seereisen durchsucht, die lebendigen Organismen mit den abgestorbenen verglichen, die Mikroskope vervollkommnet und verbreitet werden. In der Mannigfaltigkeit und im periodischen Wechsel der Lebensgebilde erneuert sich unabläßig das Urgeheimnis aller Gestaltung, ich sollte sagen: das von Goethe so glücklich behandelte Problem der Metamorphose; eine Lösung, die dem Bedürfnis nach einem idealen Zurückführen der Formen auf gewisse Grundtypen entspricht. Mit wachsender Einsicht vermehrt sich das Gefühl von der Unermeßlichkeit des Naturlebens; man erkennt, daß auf der Feste, in der Lufthülle, welche die Feste umgibt, in den Tiefen des Ozeans wie in den Tiefen des Himmels dem kühnen wissenschaftlichen Eroberer auch nach Jahrtausenden nicht „der Weltraum fehlen wird“.

Wie die Weltgeschichte, wo es ihr gelingt, den wahren ursächlichen Zusammenhang der Begebenheiten darzustellen, viele Rätsel in den Schicksalen der Völker und ihrem intellektuellen bald gehemmten, bald beschleunigten Fortschreiten löst, so würde auch eine physische Weltbeschreibung, geistreich und mit gründlicher Kenntnis des bereits Entdeckten aufgefaßt, einen Teil der Widersprüche heben, welche die streitenden Naturkräfte in ihrer zusammengesetzten Wirkung dem ersten Anschauen darbieten. Generelle Ansichten erhöhen den Begriff von der Würde und der Größe der Natur; sie wirken läuternd und beruhigend auf den Geist, weil sie gleichsam den Zwiespalt der Elemente durch Auffindung von Gesetzen zu schlichten streben: von Gesetzen, die in dem zarten Gewebe irdischer Stoffe wie in dem Archipel dichtgedrängter Nebelflecke und in der schauderhaften Leere weltenarmer Wüsten walten. Generelle Ansichten gewöhnen uns, jeden Organismus als Teil des Ganzen zu betrachten: in der Pflanze und im Tier minder das Individuum oder die abgeschlossene Art als die mit der Gesamtheit der Bildungen verkettete Naturform zu erkennen; sie erweitern unsere geistige Existenz und setzen uns, auch wenn wir in ländlicher Abgeschiedenheit leben, in Berührung mit

dem ganzen Erdkreise. Durch sie erhält die Kunde von dem, was durch Seefahrten nach dem fernen Pole oder auf den neuerlichst fast unter allen Breiten errichteten Stationen über das gleichzeitige Eintreten magnetischer Ungewitter erforscht wird, einen unwiderstehlichen Reiz; ja wir erlangen ein Mittel, schnell den Zusammenhang zu erraten, in dem die Resultate neuer Beobachtungen mit den früher erkannten Erscheinungen stehen.

Bei einer sich schnell verbreitenden Halbkultur, welche wissenschaftliche Resultate in das Gebiet der geselligen Unterhaltung, aber entstellt, hinüberzieht, nimmt die alte Besorgnis über ein gefahrdrohendes Zusammentreffen von Weltkörpern oder über kosmische Ursachen in der vermeinten Verschlechterung der Klimate eine veränderte und darum noch trügerische Gestalt an. Klare Ansicht der Natur, wenn auch nur eine historische, bewahrt vor den Anmaßungen einer dogmatisierenden Phantasie. Sie lehrt, daß der Enckesche Komet, der schon in 1200 Tagen seinen Lauf vollendet, wegen der Gestalt und der Lage seiner Bahn harmlos für die Erdbewohner, harmlos wie der große 76jährige Halleysche Komet von 1759 und 1835 ist; daß ein anderer Komet von kurzer (sechsjähriger) Umlaufszeit, der Bielasche, allerdings die Erdbahn schneidet, doch nur dann uns nahe kommen kann, wenn seine Sonnennähe in die Zeit des Wintersolstitiums fällt.

Die Quantität Wärme, welche ein Weltkörper empfängt und deren Verteilung die großen meteorologischen Prozesse des Luftkreises bestimmt, wird zugleich durch die lichtentbindende Kraft der Sonne (die Beschaffenheit ihrer Oberfläche) und die relative Lage der Sonne und des Planeten modifiziert; aber die periodischen Veränderungen, welche nach den allgemeinen Gesetzen der Gravitation die Gestalt der Erdbahn und die Schiefe der Ekliptik (die Neigung der Erdachse gegen die Ebene der Erdbahn) erleiden, sind so langsam und in so enge Grenzen eingeschlossen, daß die Wirkungen kaum nach mehreren tausend Jahren unseren jetzigen wärmemessenden Instrumenten erkennbar sein würden.

Der Umfang von Problemen, deren Untersuchung der physischen

Weltbeschreibung ein so hohes Interesse gewährt, ist vielleicht nicht ganz zu vollständiger Klarheit zu bringen da, wo spezielle Vorkenntnisse fehlen; aber auch ohne Voraussetzung dieser können die meisten Fragen befriedigt erörtert werden. Sollte sich nicht in allen einzelnen Teilen das große Naturgemälde mit scharfen Umrissen darstellen lassen, so wird es doch wahr und anziehend genug sein, um den Geist mit Ideen zu bereichern und die Einbildungskraft lebendig und fruchtbar anzuregen.

Man hat vielleicht mit einigem Rechte wissenschaftlichen Werken unserer Literatur vorgeworfen, das Allgemeine nicht genugsam von dem einzelnen, die Übersicht des bereits Ergründeten nicht von der Herzählung der Mittel zu trennen, durch welche die Resultate erlangt worden sind. Dieser Vorwurf hat sogar den größten Dichter unserer Zeit zu dem humoristischen Ausruf verleitet: „Die Deutschen besitzen die Gabe, die Wissenschaften unzugänglich zu machen.“ Bleibt das Gerüste bestehen, so wird uns durch dasselbe der Anblick des Gebäudes entzogen. Wer kann zweifeln, daß das physische Gesetz in der Verteilung der Kontinentalmassen, welche gegen Süden hin eine pyramidale Form annehmen, indem sie sich gegen Norden in der Breite ausdehnen (ein Gesetz, welches die Verteilung der Klimate, die vorherrschende Richtung der Luftströme, das weite Vordringen tropischer Pflanzenformen in die gemäßigte südliche Zone so wesentlich bedingt), auf das klarste erkannt werden kann, ohne die geodätischen Messungen und die astronomischen Ortsbestimmungen der Küsten zu erläutern, durch welche jene Pyramidalformen in ihren Dimensionen bestimmt worden sind? Ebenso lehrt uns die physische Weltbeschreibung, um wieviel Meilen die Äquatorialachse unseres Planeten größer als die Polarachse ist; daß die südliche Hemisphäre keine größere Abplattung als die nördliche hat, ohne daß es nötig ist, speziell zu erzählen, wie durch Gradmessungen und Pendelversuche die wahre Gestalt der Erde als eines nicht regelmäßigen, elliptischen Revolutionssphäroids gefunden ist; und wie diese Gestalt in der Bewegung des Mondes, eines Erdsatelliten, sich abspiegelt.

Je tiefer man eindringt in das Wesen der Naturkräfte, desto

mehr erkennt man den Zusammenhang von Phänomenen, die lange, vereinzelt und oberflächlich betrachtet, jeglicher Anreihung zu widerstreben schienen; desto mehr werden Einfachheit und Gedrängtheit der Darstellung möglich. Es ist ein sicheres Kriterium der Menge und des Wertes der Entdeckungen, die in einer Wissenschaft zu erwarten sind, wenn die Tatsachen noch unverkettet, fast ohne Beziehung aufeinander dastehen; ja wenn mehrere derselben, und zwar mit gleicher Sorgfalt beobachtete, sich zu widersprechen scheinen. Wer verbürgt uns, daß auch nur die Zahl der lebendigen, im Weltall wirkenden Kräfte bereits ergründet sei?

Das Studium jeglicher neuen Wissenschaft, besonders einer solchen, welche die ungemessenen Schöpfungskreise, den ganzen Weltraum umfaßt, gleicht einer Reise in ferne Länder. Ehe man sie in Gemeinschaft unternimmt, fragt man, ob sie ausführbar sei; man mißt seine eigenen Kräfte, man blickt mißtrauisch auf die Kräfte der Mitreisenden: in der vielleicht ungerechten Besorgnis, sie möchten lästige Zögerung erregen. Die Zeit, in der wir leben, vermindert die Schwierigkeit des Unternehmens. Die allgemeinen Resultate, die jedem gebildeten Verstande Interesse einflößen, haben sich seit dem Ende des 18. Jahrhunderts wundervoll vermehrt. Die Tatsachen stehen minder vereinzelt da; die Klüfte zwischen den Wesen werden ausgefüllt. Was in einem engeren Gesichtskreise, in unserer Nähe, dem forschenden Geiste lange unerklärlich blieb, wird oft durch Beobachtungen aufgehellt, die auf einer Wanderung in die entlegensten Regionen aufgestellt worden sind. Pflanzen- und Tiergebilde, die lange isoliert erschienen, reihen sich durch neu entdeckte Mittelglieder oder durch Übergangsformen aneinander. Eine allgemeine Verkettung, nicht in einfacher linearer Richtung, sondern in netzartig verschlungenem Gewebe, nach höherer Ausbildung oder Verkümmerung gewisser Organe, nach vielseitigem Schwanken in der relativen Übermacht der Teile, stellt sich allmählich dem forschenden Natursinn dar. Schichtungsverhältnisse von trachytartigem Syenitporphyr, von Grünstein und Serpentin, welche im gold- und silberreichen Ungarn, oder im Platinlande des Urals, oder tiefer in Asien, im südwestlichen Altai, zweifelhaft blieben, werden durch

geognostische Beobachtungen in den Hochebenen von Mexiko und Antioquia, in den Flußtälern des Choco unerwartet aufgeklärt. Die Materialien, welche die allgemeine Erdkunde anwendet, sind nicht zufällig aufgehäuft. Unser Zeitalter erkennt nach der Tendenz, die ihm seinen individuellen Charakter gibt, daß Tatsachen nur dann fruchtbringend werden, wenn der Reisende den dermaligen Zustand und die Bedürfnisse der Wissenschaft kennt, deren Gebiet er erweitern will; wenn Ideen, d. h. Einsicht in den Geist der Natur, das Beobachten und Sammeln vernunftmäßig leiten.

Durch diese Richtung des Naturstudiums, durch diesen glücklichen, aber oft auch allzu leicht befriedigten Hang zu allgemeinen Resultaten kann ein beträchtlicher Teil des Naturwissens das Gemeingut der gebildeten Menschheit werden, ein gründliches Wissen erzeugen. Wem daher seine Lage es erlaubt, sich bisweilen aus den engen Schranken des bürgerlichen Lebens herauszuretten, errötend, „daß er lange fremd geblieben der Natur und stumpf über sie hingehe", der wird in der Abspiegelung des großen und freien Naturlebens einen der edelsten Genüsse finden, welche erhöhte Vernunfttätigkeit dem Menschen gewähren kann. Das Studium der allgemeinen Naturkunde weckt gleichsam Organe in uns, die lange geschlummert haben. Wir treten in einen innigeren Verkehr mit der Außenwelt; bleiben nicht unteilnehmend an dem, was gleichzeitig das industrielle Fortschreiten und die intellektuelle Veredlung der Menschheit bezeichnet.

Je klarer die Einsicht ist, welche wir in den Zusammenhang der Phänomene erlangen, desto leichter machen wir uns auch von dem Irrtume frei, als wären für die Kultur und den Wohlstand der Völker nicht alle Zweige des Naturwissens gleich wichtig: sei es der messende und beschreibende Teil, oder die Untersuchung chemischer Bestandteile, oder die Ergründung allgemein verbreiteter physischer Kräfte der Materie. In der Beobachtung einer anfangs isoliert stehenden Erscheinung liegt oft der Keim einer großen Entdeckung. Als Galvani die sensible Nervenfaser durch Berührung ungleichartiger Metalle reizte, konnten seine nächsten Zeitgenossen nicht hoffen, daß die Kontaktelektrizität der Voltaischen Säule uns in den Alkalien

silberglänzende, auf dem Wasser schwimmende, leicht entzündliche Metalle offenbaren, daß die Säule selbst das wichtigste Instrument für die zerlegende Chemie, ein Thermoskop und ein Magnet werden würde. Als Huyghens die Lichterscheinungen des Doppelspats zu enträtseln anfing, ahnte man nicht, daß durch den bewunderungswürdigen Scharfsinn eines Physikers unserer Zeit farbige Polarisationsphänomene dahin leiten würden, mittels des kleinsten Fragments eines Minerals zu erkennen, ob das Licht der Sonne aus einer festen Masse oder aus einer gasförmigen Umhüllung ausströme, ob Kometen selbstleuchtend sind oder fremdes Licht wiedergeben.

Gleichmäßige Würdigung aller Teile des Naturstudiums ist aber vorzüglich ein Bedürfnis der gegenwärtigen Zeit, wo der materielle Reichtum und der wachsende Wohlstand der Nationen in einer sorgfältigeren Benutzung von Naturprodukten und Naturkräften gegründet sind. Der oberflächlichste Blick auf den Zustand des heutigen Europas lehrt, daß bei ungleichem Wettkampfe oder dauernder Zögerung notwendig partielle Verminderung und endlich Vernichtung des Nationalreichtums eintreten müsse; denn in dem Lebensgeschick der Staaten ist es wie in der Natur, für die, nach dem sinnvollen Ausspruche Goethes, „es im Bewegen und Werden kein Bleiben gibt und die ihren Fluch gehängt hat an das Stillestehen". Nur durch ernste Belebung chemischer, mathematischer und naturhistorischer Studien wird einem von dieser Seite einbrechenden Übel entgegengetreten. Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgesetze nach Maß- und Zahlverhältnissen kennt. Auch hier liegt die Macht in der volkstümlichen Intelligenz. Sie steigt und sinkt mit dieser. Wissen und Erkennen sind die Freude und die Berechtigung der Menschheit; sie sind Teile des Nationalreichtums, oft ein Ersatz für die Güter, welche die Natur in allzu kärglichem Maße ausgeteilt hat. Diejenigen Völker, welche an der allgemeinen industriellen Tätigkeit in Anwendung der Mechanik und technischen Chemie, in sorgfältiger Auswahl und Bearbeitung natürlicher Stoffe zurückstehen, bei denen die Achtung einer solchen Tätigkeit nicht alle Klassen durchdringt, werden unausbleiblich von ihrem

Wohlstande herabsinken. Sie werden es um so mehr, wenn benachbarte Staaten, in denen Wissenschaft und industrielle Künste in regem Wechselverkehr miteinander stehen, wie in erneuerter Jugendkraft vorwärtsschreiten.

Die Vorliebe für Belebung des Gewerbefleißes und für die Teile des Naturwissens, welche unmittelbar darauf einwirken (ein charakteristisches Merkmal unseres Zeitalters), kann weder den Forschungen im Gebiete der Philosophie, der Altertumskunde und der Geschichte nachteilig werden, noch den allbelebenden Hauch der Phantasie den edlen Werken bildender Künste entziehen. Wo unter dem Schutze weiser Gesetze und freier Institutionen alle Blüten der Kultur sich kräftig entfalten, da wird im friedlichen Wettkampfe kein Bestreben des Geistes dem anderen verderblich. Jedes bietet dem Staate eigene, verschiedenartige Früchte dar: die nährenden, welche dem Menschen Unterhalt und Wohlstand gewähren; und die Früchte schaffender Einbildungskraft, welche, dauerhafter als dieser Wohlstand selbst, die rühmliche Kunde der Völker auf die späteste Nachwelt tragen. Die Spartiaten beteten, trotz der Strenge dorischer Sinnesart: „die Götter möchten ihnen das Schöne zu dem Guten verleihen".

Wie in jenen höheren Kreisen der Ideen und Gefühle: in dem Studium der Geschichte, der Philosophie und der Wohlredenheit, so ist auch in allen Teilen des Naturwissens der erste und erhabenste Zweck geistiger Tätigkeit ein innerer: nämlich das Auffinden von Naturgesetzen, die Ergründung ordnungsmäßiger Gliederung in den Gebilden, die Einsicht in den notwendigen Zusammenhang aller Veränderungen im Weltall. Was von diesem Wissen in das industrielle Leben der Völker überströmt und den Gewerbefleiß erhöht, entspringt aus der glücklichen Verkettung menschlicher Dinge, nach der das Wahre, Erhabene und Schöne mit dem Nützlichen, wie absichtslos, in ewige Wechselwirkung treten. Vervollkommnung des Landbaus durch freie Hände und in Grundstücken von minderem Umfang, Aufblühen der Manufakturen, von einengendem Zunftzwange befreit, Vervielfältigung der Handelsverhältnisse und ungehindertes Fortschreiten in der geistigen Kultur der Menschheit wie in den bürger-

lichen Einrichtungen stehen (das ernste Bild der neuen Weltgeschichte drängt diesen Glauben auch dem Widerstrebendsten auf) in gegenseitigem, dauernd wirksamem Verkehr miteinander.

Nicht ein totes Aggregat ist die Natur: sie ist „dem begeisterten Forscher (wie Schelling in der trefflichen Rede über die bildenden Künste sich ausdrückt) die heilige, ewig schaffende Urkraft der Welt, die alle Dinge aus sich selbst erzeugt und werktätig hervorbringt". Der bisher so unbestimmt aufgefaßte Begriff einer physischen Erdbeschreibung geht durch erweiterte Betrachtung und das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer physischen Weltbeschreibung über. Eine dieser Benennungen ist nach der anderen gebildet. Es ist aber die Weltbeschreibung oder Lehre vom Kosmos, wie ich sie auffasse, nicht etwa ein enzyklopädischer Inbegriff der allgemeinsten und wichtigsten Resultate, die man einzelnen naturhistorischen, physikalischen und astronomischen Schriften entlehnt. Solche Resultate werden in der Weltbeschreibung nur als Materialien und insofern teilweise benutzt, als sie das Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, das gegenseitige Sichhervorrufen und Beschränken der Naturgebilde erläutern. Eine physische Weltbeschreibung darf daher nicht mit der sogenannten Enzyklopädie der Naturwissenschaften (ein weitschichtiger Name für eine schlecht umgrenzte Disziplin) verwechselt werden. In der Lehre vom Kosmos wird das einzelne nur in seinem Verhältnis zum Ganzen, als Teil der Welterscheinungen betrachtet; und je erhabener der hier bezeichnete Standpunkt ist, desto mehr wird diese Lehre einer eigentümlichen Behandlung und eines belebenden Vortrags fähig.

Gedanken und Sprache stehen aber in innigem alten Wechselverkehr miteinander. Wenn diese der Darstellung Anmut und Klarheit verleiht, wenn durch ihre angestammte Bildsamkeit und ihren organischen Bau sie das Unternehmen begünstigt, die Totalität der Naturanschauung scharf zu begrenzen, so ergießt sie zugleich, und fast unbemerkt, ihren belebenden Hauch auf die Gedankenfülle selbst. Darum ist das Wort mehr als Zeichen und Form, und sein geheimnisvoller Einfluß offenbart sich am mächtigsten da, wo er dem

freien Volkssinn und dem eigenen Boden entsprießt. Stolz auf das Vaterland, dessen intellektuelle Einheit die feste Stütze jeder Kraftäußerung ist, wenden wir froh den Blick auf diese Vorzüge der Heimat. Hochbeglückt dürfen wir den nennen, der bei der lebendigen Darstellung der Phänomene des Weltalls aus den Tiefen einer Sprache schöpfen kann, welche seit Jahrhunderten so mächtig auf alles eingewirkt hat, was durch Erhöhung und ungebundene Anwendung geistiger Kräfte in dem Gebiete schöpferischer Phantasie wie in dem der ergründenden Vernunft die Schicksale der Menschheit bewegt.





Aus der Einleitung des dritten Bandes



Das ungemessene Gebiet der Gedankenwelt, befruchtet seit Jahrtausenden durch die treibenden Kräfte geistiger Tätigkeit, zeigt uns in den verschiedenen Menschenrassen und auf verschiedenen Stufen der Bildung bald eine heitere, bald eine trübe Stimmung des Gemütes, bald zarte Erregbarkeit und bald dumpfe Unempfindlichkeit für das Schöne. Es wird der Sinn des Menschen zuerst auf die Heiligung von Naturkräften und gewisser Gegenstände der Körperwelt geleitet; später folgt er religiösen Anregungen höherer, rein geistiger Art. Der innere Reflex der äußeren Natur wirkt dabei mannigfaltig auf den geheimnisvollen Prozeß der Sprachenbildung, in welchem zugleich ursprüngliche körperliche Anlagen und Eindrücke der umgebenden Natur als mächtige mitbestimmende Elemente auftreten. Die Menschheit verarbeitet in sich den Stoff, welchen die Sinne ihr darbieten. Die Erzeugnisse einer solchen Geistesarbeit gehören ebenso wesentlich zum Bereich des Kosmos als die Erscheinungen, die sich im Innern abspiegeln.

Da ein reflektiertes Naturbild unter dem Einfluß aufgeregter schöpferischer Einbildungskraft sich nicht rein und treu erhalten kann,

so entsteht neben dem, was wir die wirkliche oder äußere Welt nennen, eine ideale und innere Welt, voll phantastischer, zum Teil symbolischer Mythen, belebt durch fabelhafte Tiergestalten, deren einzelne Glieder den Organismen der jetzigen Schöpfung oder gar den erhaltenen Resten untergegangener Geschlechter entlehnt sind. Auch Wunderblumen und Wunderbäume entsprießen dem mythischen Boden: wie nach den Edda-Liedern die riesige Esche, der Weltbaum Yggdrasil, dessen Äste über den Himmel emporstreben, während eine seiner dreifachen Wurzeln bis in die „rauschenden Kesselbrunnen" der Unterwelt reicht. So ist das Nebelland physischer Mythen, nach Verschiedenheit der Volksstämme und der Klimate, mit anmutigen oder mit grauenvollen Gestalten gefüllt. Jahrhundertelang werden sie durch die Ideenkreise später Generationen vererbt.

Der Drang nach dem Verstehen des Weltplans, d. h. der Naturordnung, beginnt mit Verallgemeinerung des Besonderen, mit Erkenntnis der Bedingungen, unter denen die physischen Veränderungen sich gleichmäßig wiederkehrend offenbaren; er leitet zu der denkenden Betrachtung dessen, was die Empirie uns darbietet, nicht aber „zu einer Weltansicht durch Spekulation und alleinige Gedankenentwickelung, nicht zu einer absoluten Einheitslehre in Absonderung von der Erfahrung". Wir sind weit von dem Zeitpunkt entfernt, wo man es für möglich halten konnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu konzentrieren. Der sichere Weg ist ein volles Jahrhundert vor Francis Bacon schon von Leonardo da Vinci vorgeschlagen und mit wenigen Worten bezeichnet worden: Cominciare dall' esperienza e per mezzo di questa scoprirne la ragione (mit der Erfahrung beginnen und mittels ihrer das Verständnis eröffnen). In vielen Gruppen der Erscheinungen müssen wir uns freilich noch mit dem Auffinden von empirischen Gesetzen begnügen; aber das höchste, seltener erreichte Ziel aller Naturforschung ist das Erspähen des Kausalzusammenhanges selbst. Die befriedigendste Deutlichkeit und Evidenz herrschen da, wo es möglich wird, das Gesetzliche auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückzuführen. Die physische Weltbeschreibung ist nur

in einzelnen Teilen eine *Welterklärung*. Beide Ausdrücke sind noch nicht als identisch zu betrachten. Was der Geistesarbeit, deren Schranken hier bezeichnet werden, Großes und Feierliches inwohnt, ist das frohe Bewußtsein des Strebens nach dem Unendlichen, nach dem Erfassen dessen, was in ungemessener, unerschöpflicher Fülle das Seiende, das Werdende, das Geschaffene uns offenbart.

Ein solches durch alle Jahrhunderte wirksames Streben mußte oft und unter mannigfaltigen Formen zu der Täuschung verführen, das Ziel erreicht, das Prinzip gefunden zu haben, aus dem alles Veränderliche der Körperwelt, der Inbegriff aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen erklärt werden könne. Nachdem lange Zeit hindurch, gemäß der ersten Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes, in den gestaltenden, umwandelnden oder zerstörenden Naturkräften das Walten geistiger Mächte in *menschlicher* Form verehrt worden war (in der denkwürdigen Stelle, in welcher *Aristoteles* von „den Trümmern einer früher einmal gefundenen und dann wieder verlorenen Weisheit" spricht, heißt es sehr bedeutungsvoll und frei von der Verehrung der Naturkräfte und menschenähnlicher Götter: „Vieles ist mythisch hinzugefügt, zur *Überredung der Menge, wie auch der Gesetze und anderer nützlicher Zwecke wegen*"), entwickelte sich in den physiologischen Phantasien der *ionischen Schule* der Keim einer wissenschaftlichen Naturbetrachtung. Der Urgrund des Entstehens der Dinge, der Urgrund aller Erscheinungen ward nach zwei Richtungen: aus der Annahme konkreter, stoffartiger Prinzipien, sogenannter *Naturelemente*, oder aus *Prozessen* der Verdünnung und Verdichtung, bald nach mechanischen, bald nach dynamischen Ansichten abgeleitet. Die vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgedichte des Empedokles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophemen beigemengt geblieben: ein uraltes Zeugnis und Denkmal für das Bedürfnis des Menschen, nicht bloß in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben.

In der späteren Entwickelung der ionischen Physiologie erhob

sich Anaxagoras von Klazomenä von der Annahme bloß bewegender Kräfte der Materie zu der Idee eines von aller Materie gesonderten, ihre gleichartigen kleinsten Teile entmischenden Geistes. Die weltordnende Vernunft (νοῦς) beherrscht die kontinuierlich fortschreitende Weltbildung, den Urquell aller Bewegung und so auch aller physischen Erscheinungen. Durch die Annahme eines zentrifugalen Umschwunges, dessen Nachlassen den Fall der Meteorsteine bewirkt, erklärt Anaxagoras den scheinbaren (ostwestlichen) himmlischen Kreislauf. Eine merkwürdige Stelle des Simplicius setzt die Zentripetalkraft deutlichst dem Umschwunge, der Zentrifugalkraft entgegen. Sie gedenkt des „Nichtherabfallens der himmlischen Körper, wenn der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten". Deshalb wird bei Plutarch der nicht zur Erde fallende Mond mit „dem Stein in der Schleuder" verglichen. Diese Hypothese bezeichnet den Ausgangspunkt von Wirbeltheorien, welche mehr denn 2000 Jahre später durch Descartes, Huygens und Hooke eine große kosmische Wichtigkeit erhielten. Ob des Klazomeniers weltordnender Geist die Gottheit selbst oder pantheistisch nur ein geistiges Prinzip alles Naturlebens bezeichnet, bleibt diesem Werke fremd. Für von dem Geiste, νοῦς, beseelt werden auch die Pflanzen gehalten.

In einem grellen Kontraste mit den beiden Abteilungen der ionischen Schule steht die das Universum ebenfalls umfassende mathematische Symbolik der Pythagoräer. Der Blick bleibt einseitig geheftet in der Welt sinnlich wahrnehmbarer Naturerscheinungen auf das Gesetzliche in der Gestaltung (den fünf Grundformen), auf die Begriffe von Zahlen, Maß, Harmonie und Gegensätzen. Die Dinge spiegeln sich in den Zahlen, welche gleichsam eine „nachahmende Darstellung" (μίμησις) von ihnen sind. Das Wesen der Dinge kann als Zahlenverhältnisse, ihre Veränderungen und Umbildungen können als Zahlenkombinationen erkannt werden. Auch Platos Physik enthält Versuche, alle Wesenheit der Stoffe im Weltall und ihrer Verwandlungsstufen auf körperliche Formen und diese auf die einfachsten (triangularen) Flächenfiguren zurückzuführen. Was aber die letzten

Prinzipien (gleichsam die Elemente der Elemente) sind, sagt Plato in bescheidenem Mißmut, „weiß Gott allein, und wer von ihm geliebt wird unter den Menschen". Eine solche mathematische Behandlung physischer Erscheinungen, die Ausbildung der Atomistik, die Philosophie des Maßes und der Harmonie, hat noch spät auf die Entwickelung der Naturwissenschaften eingewirkt, auch phantasiereiche Entdecker auf Abwege geführt, welche die Geschichte der physischen Weltanschauung bezeichnet. „Es wohnt ein fesselnder, von dem ganzen Altertume gefeierter Zauber den einfachen Verhältnissen der Zeit und des Raumes inne, wie sie sich in Tönen, in Zahlen und Linien offenbaren."

Die Idee der Weltordnung und Weltregierung tritt geläutert und erhaben in den Schriften des Aristoteles hervor. Alle Erscheinungen der Natur werden in den physischen Vorträgen (Auscultationes physicæ) als bewegende Lebenstätigkeiten einer allgemeinen Weltkraft geschildert. Von dem „unbewegten Beweger der Welt" hängt der Himmel und die Natur (die tellurische Sphäre der Erscheinungen) ab. Der „Anordner" und der letzte Grund aller sinnlichen Veränderungen muß als ein Nicht-Sinnliches, von aller Materie Getrenntes betrachtet werden. Die Einheit in den verschiedenen Kraftäußerungen der Stoffe wird zum Hauptprinzipe erhoben, und diese Kraftäußerungen selbst werden stets auf Bewegungen reduziert. So finden wir in dem Buche von der Seele schon den Keim der Undulations-Theorie des Lichtes. Die Empfindung des Sehens erfolgt durch eine Erschütterung, eine Bewegung des Mittels zwischen dem Gesicht und dem gesehenen Gegenstande, nicht durch Ausflüsse aus dem Gegenstande oder dem Auge. Mit dem Sehen wird das Hören verglichen, da der Schall ebenfalls eine Folge der Lufterschütterung ist.

Aristoteles, indem er lehrt, durch die Tätigkeit der denkenden Vernunft in dem Besonderen der wahrnehmbaren Einzelheiten das Allgemeine zu erforschen, umfaßt immer das Ganze der Natur und den inneren Zusammenhang nicht bloß der Kräfte, sondern auch der organischen Gestalten. In dem Buche über die Teile (Organe) der

Tiere spricht er deutlich seinen Glauben an die Stufenleiter der Wesen aus, in der sie von niederen zu höheren Formen aufsteigen (Darwin! D. H.). Die Natur geht in ununterbrochenem, fortschreitendem Entwickelungsgange von dem Unbelebten (Elementarischen) durch die Pflanzen zu den Tieren über: zunächst „zu dem, was zwar noch kein eigentliches Tier, aber so nahe mit diesem verwandt ist, daß es sich im ganzen wenig von ihm unterscheidet". In dem Übergange der Bildungen „sind die Mittelstufen fast unmerklich". Das große Problem des Kosmos ist dem Stagiriten die Einheit der Natur. „In ihr", sagt er mit sonderbarer Lebendigkeit des Ausdruckes, „ist nichts zusammenhanglos Eingeschobenes wie in einer schlechten Tragödie."

Das naturphilosophische Streben, alle Erscheinungen des einigen Kosmos einem Erklärungsprinzipe unterzuordnen, ist in allen physikalischen Schriften des tiefsinnigen Weltweisen und genauen Naturbeobachters nicht zu verkennen; aber der mangelhafte Zustand des Wissens, die Unbekanntschaft mit der Methode des Experimentierens, d. h. des Hervorrufens der Erscheinungen unter bestimmten Bedingnissen, hinderte selbst kleine Gruppen physischer Prozesse in ihrem Kausalzusammenhange zu erfassen. Alles wurde reduziert auf die immer wiederkehrenden Gegensätze von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, primitiver Dichtigkeit und Dünne; ja auf ein Bewirken von Veränderungen in der Körperwelt durch eine Art innerer Entzweiung (Antiperistase), welche an unsere jetzigen Hypothesen der entgegengesetzten Polarität, an die hervorgerufenen Kontraste von + und — erinnert. Die vermeinten Lösungen der Probleme geben dann die Tatsachen selbst verhüllt wieder, und der sonst überall so mächtig konzise Stil des Stagiriten geht in der Erklärung meteorologischer oder optischer Prozesse oft in selbstgefällige Breite und etwas hellenische Vielredenheit über. Da der aristotelische Sinn wenig auf Stoffverschiedenheit, vielmehr ganz auf Bewegung gerichtet ist, so tritt die Grundidee, alle tellurischen Naturerscheinungen dem Impuls der Himmelsbewegung, dem Umschwung der Himmelssphäre zuzuschreiben, wiederholt hervor, geahnt, mit Vorliebe gepflegt, aber nicht in absoluter Schärfe und Bestimmtheit dargestellt.

Der Impuls, welchen ich hier bezeichne, deutet nur die Mitteilung der Bewegung als den Grund aller irdischen Erscheinungen an. Pantheistische Ansichten sind ausgeschlossen. Die Gottheit ist die höchste „ordnende Einheit, welche sich in allen Kreisen der gesamten Welt offenbart, jedem einzelnen Naturwesen die Bestimmung verleiht, als absolute Macht alles zusammenhält". Der Zweckbegriff und die teleologischen Ansichten werden nicht auf die untergeordneten Naturprozesse, die der anorganischen, elementaren Natur angewandt, sondern vorzugsweise auf die höheren Organisationen der Tier- und Pflanzenwelt. Auffallend ist es, daß in diesen Lehren die Gottheit sich gleichsam einer Anzahl von Astralgeistern bedient, welche (wie der Massenverteilung und der Perturbationen kundig) die Planeten in den ewigen Bahnen zu erhalten wissen. Die Gestirne offenbaren dabei das Bild der Göttlichkeit in der sinnlichen Welt. Sie sind nicht seelenlose Körper, sie sind vielmehr als handelnde und lebendige Wesen zu betrachten. Sie sind das Göttlichere unter dem Erscheinenden. In der kleinen Pseudo-aristotelischen Schrift De Mundo, in welcher oft eine religiöse Stimmung vorherrscht (von der erhaltenden Allmacht Gottes), wird der hohe Äther auch göttlich genannt. Was der phantasiereiche Kepler im Mysterium cosmographicum „bewegende Geister, animæ motrices" nennt, ist die verworrene Idee einer Kraft (virtus), welche in der Sonne (anima mundi) ihren Hauptsitz hat, nach den Gesetzen des Lichts in der Entfernung abnimmt und die Planeten in elliptischen Bahnen umtreibt.

In der Gedankenbewegung der Jahrhunderte zeichnen sich das Ende des 13. und der Anfang des 14. Jahrhunderts aus; aber das Opus majus von Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, die physische Geographie (Liber cosmographicus) von Albert dem Großen, das Weltgemälde (Imago Mundi) des Kardinals Petrus de Alliaco (Pierre d'Ailly) sind Werke, welche, so mächtig sie auch auf Zeitgenossen gewirkt haben, durch ihren Inhalt nicht dem Titel entsprechen, den sie führen. Unter den italienischen Gegnern der aristotelischen Physik wird Bernardino Telesio aus Cosenza als der Gründer einer rationellen Naturwissenschaft bezeichnet.

Alle Erscheinungen der sich passiv verhaltenden Materie werden von ihm als Wirkungen zweier unkörperlichen Prinzipien (Tätigkeiten, Kräfte), von Wärme und Kälte, betrachtet. Auch das ganze organische Leben, die „beseelten“ Pflanzen und Tiere sind das Produkt jener ewig entzweiten Kräfte, von denen vorzugsweise die eine, die Wärme, der himmlischen, die andere, die Kälte, der irdischen Sphäre zugehört.

Mit noch ungezügelterer Phantasie, aber auch mit tiefem Forschungsgeiste begabt, versucht Giordano Bruno aus Nola in drei Werken: De la Causa, Principio e Uno; Contemplationi circa lo Infinito, Universo e Mondi inumerabili und De Minimo et Maximo das Weltganze zu umfassen. In der Naturphilosophie des Telesio, eines Zeitgenossen des Kopernikus, erkennt man wenigstens das Bestreben, die Veränderungen der Materie auf zwei ihrer Grundkräfte zu reduzieren, „welche zwar als von außen wirkend gedacht werden“, doch ähnlich sind den Grundkräften der Anziehung und Abstoßung in der dynamischen Naturlehre von Boscowich und Kant. Die kosmischen Ansichten des Nolaners sind rein metaphysisch; sie suchen nicht die Ursachen der sinnlichen Erscheinungen in der Materie selbst, sondern berühren „die Unendlichkeit des mit selbstleuchtenden Welten gefüllten Raumes, die Beseeltheit dieser Welten, die Beziehungen der höchsten Intelligenz, Gottes, zu dem Universum“. Mit geringem mathematischen Wissen ausgerüstet, war Giordano Bruno doch bis zu seinem furchtbaren Martertode ein enthusiastischer Bewunderer von Kopernikus, Tycho und Kepler. Zeitgenosse des Galilei, erlebte er nicht die Erfindung des Fernrohres von Hans Lippershey und Zacharias Jansen, und also auch nicht die Entdeckung der „kleinen Jupiterswelt“, der Venusphasen und der Nebelflecke. Mit kühner Zuversicht überließ er sich glücklichen Ahnungen über die Bewegung der Fixsterne, die planetenartige Natur der Kometen und die von der Kugelform abweichende Gestalt der Erde. Auch das griechische Altertum ist voll von solchen uranologischen Verheißungen, die später erfüllt wurden.

In der Gedankenentwicklung über kosmische Verhältnisse war

Kepler volle 78 Jahre vor dem Erscheinen von Newtons unsterblichem Werke der Principia Philosophiæ Naturalis einer mathematischen Anwendung der Gravitationslehre am nächsten. Wenn der Eklektiker Simplicius bloß im allgemeinen den Grundsatz aussprach, „das Nichtherabfallen der himmlischen Körper werde dadurch bewirkt, daß der Umschwung (die Zentrifugalkraft) die Oberhand habe über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten“; wenn Johannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermeä, die Bewegung der Weltkörper „einem primitiven Stoße und dem fortgesetzten Streben zum Falle“ zuschrieb; wenn Kopernikus nur den allgemeinen Begriff der Gravitation, wie sie in der Sonne, als dem Zentrum der Planetenwelt, in der Erde und dem Monde wirke, bezeichnet, so finden wir bei Kepler in der Einleitung zu dem Buche De Stella Martis zuerst numerische Angaben von den Anziehungskräften, welche nach Verhältnis ihrer Massen Erde und Mond gegeneinander ausüben. Er führt bestimmt Ebbe und Flut als einen Beweis an, daß die anziehende Kraft des Mondes (virtus tractoria) sich bis zur Erde erstrecke; ja, daß die Kraft „ähnlich der, welche der Magnet auf das Eisen ausübt“, die Erde des Wassers berauben würde, wenn diese aufhörte, dasselbe anzuziehen. Leider gab der große Mann zehn Jahre später, 1619, vielleicht aus Nachgiebigkeit gegen Galilei, welcher Ebbe und Flut der Rotation der Erde zuschrieb, die richtige Erklärung auf, um in der Harmonices Mundi den Erdkörper als ein lebendiges Untier zu schildern, dessen walfischartige Respiration, in periodischem, von der Sonnenzeit abhängigem Schlaf und Erwachen, das Anschwellen und Sinken des Ozeans verursacht. Der große Mann hielt so fest an diesen Träumereien, daß er mit dem mystischen Verfasser des Macrocosmos, Robert Fludd aus Oxford (der an der Erfindung des Thermometers teilhaben soll), über das Prioritätsrecht der Ansichten vom Erdtier ernsthaft haderte.

Mit einer größeren Mannigfaltigkeit von Naturkenntnissen als Kepler begabt und Gründer vieler Teile einer mathematischen Physik, unternahm Descartes in einem Werke, das er Traité du Monde, auch Summa Philosophiæ nannte, die ganze Welt

der Erscheinungen, die himmlische Sphäre und alles, was er von der belebten und unbelebten irdischen Natur wußte, zu umfassen. Der Organismus der Tiere, besonders der des Menschen, für welchen er elf Jahre lang sehr ernste anatomische Studien gemacht, sollte das Werk beschließen. In der Korrespondenz mit dem Pater Mersenne findet man häufige Klagen über das langsame Fortschreiten der Arbeit und über die Schwierigkeit, so viele Materien aneinanderzureihen. Der Kosmos, den Descartes immer seine Welt (son Monde) nannte, sollte endlich am Schlusse des Jahres 1633 dem Druck übergeben werden, als das Gerücht von der Verurteilung Galileis in der Inquisition zu Rom, welches erst vier Monate später, im Oktober 1633, durch Gassendi und Bouillaud verbreitet wurde, alles rückgängig machte und die Nachwelt eines großen, mit so viel Mühe und Sorgfalt vollendeten Werkes beraubte. Die Motive der Nichtherausgabe des Kosmos waren Liebe zu friedlicher Ruhe im einsamen Aufenthalte zu Deventer, wie die fromme Besorgnis, unehrerbietig gegen die Dekrete des heiligen Stuhles wider die planetarische Bewegung der Erde zu sein. Erst 1664, also 14 Jahre nach dem Tode des Philosophen, wurden einige Fragmente unter dem sonderbaren Titel: Le Monde ou Traité de la Lumière gedruckt. Die drei Kapitel, welche vom Lichte handeln, bilden doch kaum ein Viertel des Ganzen. Dagegen wurden die Abschnitte, welche ursprünglich zu dem Kosmos des Descartes gehörten und Betrachtungen über die Bewegung und Sonnenferne der Planeten, über den Erdmagnetismus, die Ebbe und Flut, das Erdbeben und die Vulkane enthalten, in den dritten und vierten Teil des berühmten Werkes Principes de la Philosophie versetzt.

Der Kosmotheoros von Huygens, der erst nach seinem Tode erschienen ist, verdient, trotz seines bedeutungsvollen Namens, in dieser Aufzählung kosmologischer Versuche kaum genannt zu werden. Es sind Träume und Ahnungen eines großen Mannes über die Pflanzen- und Tierwelt auf den fernsten Weltkörpern, besonders über die dort abgeänderte Gestalt des Menschengeschlechtes. Man glaubt Keplers Somnium astronomicum oder Kirchers ekstatische Reise

zu lesen. Da Huygens schon, ganz wie die Astronomen unserer Zeit, dem Monde alles Wasser und alle Luft versagte, so ist er über die Existenz des Mondmenschen noch verlegener als über die Bewohner der „dunst- und wolkenreichen ferneren Planeten“. Auf dem Jupiter z. B. vermutet er viel Sturm und Regen.

Dem unsterblichen Verfasser des Werkes Philosophiæ Naturalis Principia mathematica gelang es, den ganzen uranologischen Teil des Kosmos durch die Annahme einer einigen, alles beherrschenden Grundkraft der Bewegung in dem Kausalzusammenhange seiner Erscheinungen zu erfassen. Newton zuerst hat die physische Astronomie zu der Lösung eines großen Problems der Mechanik, zu einer mathematischen Wissenschaft erhoben. Die Quantität der Materie in jeglichem Körper gibt das Maß seiner anziehenden Kraft, einer Kraft, die in umgekehrtem Verhältnis des Quadrats der Entfernung wirkt und die Größe der Störungen bestimmt, welche nicht bloß die Planeten, sondern alle Gestirne der Himmelsräume aufeinander ausüben. Aber das Newtonische, durch Einfachheit und Allgemeinheit so bewunderungswürdige Theorem der Gravitation ist in seiner kosmischen Anwendung nicht auf die uranologische Sphäre beschränkt, es beherrscht auch die tellurischen Erscheinungen in zum Teil noch unerforschten Richtungen; es gibt den Schlüssel zu periodischen Bewegungen im Ozean und in der Atmosphäre, zu der Lösung von Problemen der Kapillarität, der Endosmose, vieler chemischer, elektromagnetischer und organischer Prozesse. Newton selbst unterschied schon die Massenanziehung, wie sie sich in den Bewegungen aller Weltkörper und in den Phänomenen der Ebbe und Flut äußert, von der Molekularanziehung, die in unendlich kleiner Entfernung und bei der innigsten Berührung wirksam wird.

Auf diese Weise zeigt sich unter allen Versuchen, das Veränderliche in der Sinnenwelt auf ein einziges Grundprinzip zurückzuführen, die Lehre von der Gravitation als der umfassendste und kosmisch vielverheißendste. Allerdings lassen sich trotz der glänzenden Fortschritte, welche in neueren Zeiten in der Stöchiometrie (in der Rechenkunst mit chemischen Elementen und in den Volumverhält-

nissen der gemengten Gasarten) gemacht sind, noch nicht alle physikalischen Theorien der Stofflehre auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückführen. Empirische Gesetze sind aufgefunden, und nach den weitverbreiteten Ansichten der Atomistik oder Korpuskularphilosophie ist manches der Mathematik zugänglicher geworden; aber bei der grenzenlosen Heterogeneität der Stoffe und den mannigfaltigen Aggregationszuständen der sogenannten Massenteilchen sind die Beweise jener empirischen Gesetze noch keineswegs aus der Theorie der Kontaktanziehung mit der Gewißheit zu entwickeln, welche die Begründung von Keplers drei großen empirischen Gesetzen aus der Theorie der Massenanziehung oder Gravitation darbietet.

Zu derselben Zeit aber, in der Newton schon erkannt hatte, daß alle Bewegungen der Weltkörper Folgen einer und derselben Kraft seien, hielt er die Gravitation selbst nicht, wie Kant, für eine Grundkraft der Materie, sondern entweder für abgeleitet von einer ihm noch unbekannten, höheren Kraft oder für Folge eines „Umschwunges des Äthers, welcher den Weltraum erfüllt und in den Zwischenräumen der Massenteilchen dünner ist, nach außen aber an Dichtigkeit zunimmt". Die letztere Ansicht ist umständlich in einem Briefe an Robert Boyle (vom 28. Februar 1678) entwickelt, welcher mit den Worten endigt: „Ich suche in dem Äther die Ursache der Gravitation." Auch die Korrespondenz mit Oldenburg vom Dezember 1675 beweist, daß der große Mann damals den Ätherhypothesen nicht abgeneigt war. Nach diesen sollte der Stoß des materiellen Lichtes den Äther in Schwingung setzen; die Schwingungen des Äthers allein, welcher Verwandtschaft mit einem Nervenfluidum hat, erzeugten nicht das Licht. Acht Jahre später, wie man aus einem Schreiben an Halley ersieht, gab Newton diese Hypothese des dünneren und dichteren Äthers gänzlich auf. Besonders auffallend ist es, daß er neun Jahre vor seinem Tode, 1717, in der so überaus kurzen Vorrede zu der zweiten Auflage seiner Optik es für nötig hielt, bestimmt zu erklären, daß er die Gravitation keineswegs für eine Grundkraft der Materie (essential property of bodies) halte, während Gilbert schon 1600 den Magnetismus für eine aller Materie

innewohnende Kraft ansah. So schwankend war der tiefsinnigste, immer der Erfahrung zugewandte Denker, Newton selbst, über die „letzte mechanische Ursache“ aller Bewegung.

Es ist allerdings eine glänzende, des menschlichen Geistes würdige Aufgabe, die ganze Naturlehre von den Gesetzen der Schwere an bis zu dem Bildungstriebe in den belebten Körpern als ein organisches Ganzes aufzustellen; aber der unvollkommene Zustand so vieler Teile unseres Naturwissens setzt der Lösung jener Aufgabe unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die Unvollendbarkeit aller Empirie, die Unbegrenztheit der Beobachtungssphäre macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie selbst zu erklären, zu einer unbestimmten. Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Wenn wir, um nur an die Fortschritte der uns näheren Zeit zu erinnern, das unvollkommene Naturwissen von Gilbert, Robert Boyle und Hales mit dem jetzigen vergleichen, wir dazu der mit jedem Jahrzehnt zunehmenden Schnelligkeit des Fortschrittes gedenken, so erfassen wir die periodischen, endlosen Umwandelungen, welche allen physikalischen Wissenschaften noch bevorstehen. Neue Stoffe und neue Kräfte werden entdeckt werden. Wenn auch viele Naturprozesse, wie die des Lichts, der Wärme und des Elektromagnetismus, auf Bewegung (Schwingungen) reduziert, einer mathematischen Gedankenentwickelung zugänglich geworden sind, so bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Ursache chemischer Stoffverschiedenheit, wie von der scheinbar allen Gesetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achsenstellung und Bahnexzentrizität der Planeten, in der Zahl und dem Abstande ihrer Satelliten, in der Gestalt der Kontinente und der Stellung ihrer höchsten Bergketten. Die hier beispielsweise genannten räumlichen Verhältnisse können bisher nur als etwas tatsächlich in der Natur Daseiendes betrachtet werden. Sind die Ursachen und die Verkettung dieser Verhältnisse noch nicht ergründet, so nenne ich sie nur darum aber nicht zufällig. Sie sind das Resultat von Begebenheiten in den Himmelsräumen bei Bildung unseres Planetensystems, von geognostischen Vorgängen bei

der Erhebung der äußersten Erdschichten als Kontinente und Gebirgsketten. Unsere Kenntnis von der Urzeit der physikalischen Weltgeschichte reicht nicht hoch genug hinauf, um das jetzt Daseiende als etwas Werdendes zu schildern.

Wo demnach der Kausalzusammenhang der Erscheinungen noch nicht hat vollständig erkannt werden können, ist die Lehre vom Kosmos oder die physische Weltbeschreibung nicht eine abgesonderte Disziplin aus dem Gebiet der Naturwissenschaften. Sie umfaßt vielmehr dieses ganze Gebiet, die Phänomene beider Sphären, der himmlischen und der tellurischen; aber sie umfaßt sie unter dem einigen Gesichtspunkte des Strebens nach der Erkenntnis eines Weltganzen. Wie „bei der Darstellung des Geschehenen in der moralischen und politischen Sphäre der Geschichtsforscher nach menschlicher Ansicht den Plan der Weltregierung nicht unmittelbar erspähen, sondern nur an den Ideen erahnen kann, durch die sie sich offenbaren", so durchdringt auch den Naturforscher bei der Darstellung der kosmischen Verhältnisse ein inniges Bewußtsein, daß die Zahl der welttreibenden, der gestaltenden und schaffenden Kräfte keineswegs durch das erschöpft ist, was sich bisher aus der unmittelbaren Beobachtung und Zergliederung der Erscheinungen ergeben hat.





Aus der Einleitung des vierten Bandes.



Die Uranologie, welche sich mit dem beschäftigt, was den fernen Weltraum erfüllt, bewahrt ihren alten Ruhm, den anregendsten Eindruck des Erhabenen auf die Einbildungskraft hervorzubringen, durch die Unerfaßbarkeit der Raum- und Zahlenverhältnisse, die sie darbietet, durch die erkannte Ordnung und Gesetzmäßigkeit in der Bewegung der Weltkörper, durch die Bewunderung, welche den errungenen Resultaten der Beobachtung und einer geistigen Forschung gezollt wird. Dieses Gefühl der Regelmäßigkeit und Periodizität hat sich so früh dem Menschen aufgedrängt, daß es sich oft in den Sprachformen reflektiert, welche auf den geordneten Lauf der Gestirne hindeuten. Dazu sind die erkannten Gesetze, die in der himmlischen Sphäre walten, vielleicht am bewundernswürdigsten durch ihre Einfachheit, da sie sich allein auf das Maß und die Verteilung der angehäuften ponderablen Materie und deren Anziehungskräfte gründen. Der Eindruck des Erhabenen, wenn er aus dem Unermeßlichen und sinnlich Großen entspringt, geht, uns selbst fast unbewußt, durch das geheimnisvolle Band, welches das Übersinnliche mit dem Sinnlichen verknüpft, in eine andere, höhere Shpäre der Ideen über. Es wohnt dem Bilde des Unermeßlichen, des Grenzenlosen, des Unendlichen eine Kraft bei, die zu ernster, feierlicher Stimmung anregt und, wie

in dem Eindruck alles geistig Großen und moralisch Erhabenen, nicht ohne Rührung ist.

Die Wirkung, welche der Anblick außerordentlicher Himmelserscheinungen so allgemein und gleichzeitig auf ganze Volksmassen ausübt, bezeugt den Einfluß einer solchen Assoziation der Gefühle. Was in erregbaren Gemütern schon der bloße Anblick der gestirnten Himmelsdecke hervorbringen kann, wird durch tieferes Wissen und durch Anwendung von Werkzeugen vermehrt, die der Mensch erfunden, um seine Sehkraft und mit ihr den Horizont seiner Beobachtung zu vergrößern. Dabei gesellt sich zu dem uranologischen Eindruck des Unerfaßlichen im Weltall, durch die Gedankenverbindung mit dem Gesetzlichen und der geregelten Ordnung auch der Eindruck des Friedlichen. Er benimmt der unergründlichen Tiefe des Raumes wie der Zeit, was bei aufgeregter Einbildungskraft ihnen Schauerliches zugeschrieben wird. Unter allen Himmelsstrichen preist der Mensch, bei der einfach natürlichen Empfänglichkeit seines Gemütes, „die stille Ruhe einer sternklaren Sommernacht".

Alle Weltkörper, außer unserem Planeten und den Aerolithen, welche von diesem angezogen werden, sind für unsere Erkenntnis nur homogene gravitierende Materie, ohne spezifische, sogenannte elementare Verschiedenheit der Stoffe. Eine solche Einfachheit der Vorstellung ist aber keineswegs in der inneren Natur und Konstitution jener fernen Weltkörper selbst, sie ist allein in der Einfachheit der Bedingungen gegründet, deren Annahme hinreicht, die Bewegungen im Weltenraume zu erklären und vorherzubestimmen. Sie entsteht durch die Ausschließung von allem Wahrnehmbaren einer Stoffverschiedenheit; sie bietet dar die Lösung eines großen Problemes einer Himmelsmechanik, welche alles Veränderliche in der uranologischen Sphäre der alleinigen Herrschaft der Bewegungslehre unterwirft.

Periodische Wechsel von Lichterscheinungen auf der Oberfläche des Mars deuten freilich nach Verschiedenheit der dortigen Jahreszeiten auf meteorologische Prozesse und durch Kälte erregte Polarniederschläge in der Atmosphäre jenes Planeten. Durch Analogien

und Ideenverbindungen geleitet, mögen wir hier auf Eis oder Schnee (Sauer- und Wasserstoff) wie in den Eruptivmassen des Mondes oder seinen flachen Ringebenen auf Verschiedenheit der Gebirgsarten im Monde schließen; aber unmittelbare Beobachtung kann uns nicht darüber belehren. Auch erlaubte sich Newton nur Vermutungen über die elementare Konstitution der Planeten, die zu demselben Sonnengebiete gehören. Das einförmige Bild stoffgleicher, gravitierender Materie zu Himmelskörpern geballt beschäftigt auf mannigfaltige Weise die ahnende Phantasie des Menschen, ja die Mythe leiht der lautlosen Einöde des Weltraumes selbst den Zauber der Töne.

In dem unendlichen Reichtum chemisch verschiedener Stoffe und dem Spiel ihrer Kraftäußerungen in der gestaltenden, formbildenden Tätigkeit der ganzen organischen Natur und vieler anorganischen Substanzen, in dem Stoffwechsel, der den ewig wandelnden Schein des Werdens und der Vernichtung darbietet, strebt der ordnende Geist bei Durchforschung des irdischen Reiches oft mißmutig nach einfachen Bewegungsgesetzen. Schon in der Physik des Aristoteles heißt es: „Die Grundprinzipien aller Natur sind das Veränderliche und die Bewegung; wer diese nicht anerkannt hat, erkennt auch die Natur nicht", und auf Stoffverschiedenheit, „Unterschied in der Wesenheit" hindeutend, nennt er Bewegung in bezug auf die Kategorie des Qualitativen Umwandlung, sehr verschieden von der bloßen Mischung und einer Durchdringung, welche das Wiedertrennen nicht ausschließt.

In welchem Verhältnisse die gegenseitige Molekularattraktion als eine Ursache perpetuierlicher Bewegung auf der Oberfläche des Erdkörpers und höchst wahrscheinlich in seinem Inneren zu der Gravitationsattraktion steht, welche die Planeten sowohl als ihre Zentralkörper ebenso perpetuierlich bewegt, ist uns noch völlig unbekannt. Schon durch die teilweise Lösung eines solchen rein physischen Problems würde das Höchste und Ruhmvollste erreicht werden, was auf diesen Wegen Experiment und Gedankenverbindung erreichen können.

Wie in der Sinnenwelt vorzugsweise an dem Meerhorizont Trugbilder aufdämmern, die dem erwartungsvollen Entdecker eine Zeitlang den Besitz eines neuen Landes verheißen, so sind am idealen

Horizont in den fernsten Regionen der Gedankenwelt dem ernsten Forscher auch manche Hoffnungen vielverheißend aufgegangen und wieder verschwunden. Allerdings sind großartige Entdeckungen neuerer Zeit geeignet gewesen, die Spannung zu erhöhen, so die Kontaktelektrizität; der Rotationsmagnetismus, welcher selbst durch tropfbare oder zu Eis erstarrte Flüssigkeiten erregt wird; der glückliche Versuch, alle chemische Verwandtschaft als Folge der elektrischen Relationen von Atomen mit einer prädominierenden Polarkraft zu betrachten; die Theorie isomorpher Substanzen in Anwendung auf Kristallbildung; manche Erscheinungen des elektrischen Zustandes der belebten Muskelfaser; die errungene Kenntnis von dem Einfluß des Sonnenstandes (der temperaturerhöhenden Sonnenstrahlen) auf die größere oder geringere magnetische Empfänglichkeit und Fortpflanzungskraft von einem Bestandteil unserer Atmosphäre, dem Sauerstoffe. Wenn unerwartet in der Körperwelt etwas aus einer noch unbekannten Gruppe von Erscheinungen aufglimmt, so kann man um so mehr sich neuen Entdeckungen nahe glauben, als die Beziehungen zu dem schon Ergründeten unklar oder gar widersprechend scheinen.

Unterschiede der Form und Mischung sind die Elemente unseres ganzen Wissens von der Materie, sie sind die Abstraktionen, unter denen wir glauben, das allbewegte Weltganze zu erfassen, messend und zersetzend zugleich. Das Detonieren knallsaurer Salze bei einem leisen mechanischen Druck, und die noch furchtbarere, von Feuer begleitete Explosion des Chlorstickstoffes kontrastieren mit der detonierenden Verbindung von Chlorgas und Wasserstoffgas bei dem Einfall eines direkten (besonders violetten) Sonnenstrahles. Stoffwechsel, Fesselung und Entfesselung bezeichnen den ewigen Kreislauf der Elemente in der anorganischen Natur wie in der belebten Zelle der Pflanzen und Tiere. „Die Menge des vorhandenen Stoffes bleibt aber dieselbe, die Elemente wechseln nur ihre relative Lage zueinander.“

Es bewährt sich demnach der alte Ausspruch des Anaxagoras, daß das Seiende sich weder mehre noch verminderе im Weltall, daß das, was die Hellenen das Vergehen der Dinge nennen, ein

bloßes Entmischen sei. Allerdings ist die irdische Sphäre als Sitz der unserer Beobachtung zugänglichen organischen Körperwelt scheinbar eine Werkstatt des Todes und der Verwesung; aber der große Naturprozeß langsamer Verbrennung, den wir Verwesung nennen, führt keine Vernichtung herbei. Die entfesselten Stoffe vereinigen sich zu anderen Gebilden, und durch die treibenden Kräfte, welche diesen innewohnen, entkeimt neues Leben dem Schoße der Erde.





Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung.



Der Erdbewohner tritt in Verkehr mit der geballten und ungeballt zerstreuten Materie des fernen Weltraumes nur durch die Phänomene des Lichts und den Einfluß der allgemeinen Gravitation (Massenanziehung). Die Einwirkungen der Sonne oder des Mondes auf die periodischen Veränderungen des tellurischen Magnetismus sind noch in Dunkel gehüllt. Über die qualitative Natur der Stoffe, die in dem Weltall kreisen oder vielleicht denselben erfüllen, haben wir keine unmittelbare Erfahrung, es sei denn durch den Fall der *Aerolithen*: wenn man nämlich (wie es ihre Richtung und ungeheure Wurfgeschwindigkeit mehr als wahrscheinlich macht) diese erhitzten, sich in Dämpfe einhüllenden Massen für kleine Weltkörper hält, welche auf ihrem Wege durch die himmlischen Räume in die Anziehungssphäre unseres Planeten kommen. Das *heimische* Ansehen ihrer Bestandteile, ihre mit unseren tellurischen Stoffen ganz gleichartige Natur sind sehr auffallend. Sie können durch Analogie zu Vermutungen über die Beschaffenheit solcher Planeten führen, die zu einer Gruppe gehören, unter der Herrschaft eines Zentralkörpers sich durch Niederschläge aus kreisenden Ringen dunstförmiger Materie gebildet haben. Bessels Pendelversuche, die von einer noch

unerreichten Genauigkeit zeugen, haben dem Newtonischen Axiom, daß Körper von der verschiedenartigsten Beschaffenheit (Wasser, Gold, Quarz, körniger Kalkstein, Aerolithenmassen) durch die Anziehung der Erde eine völlig gleiche Beschleunigung der Bewegung erfahren, eine neue Sicherheit verliehen; ja mannigfaltige, rein astronomische Resultate: z. B. die fast gleiche Jupitermasse aus der Einwirkung des Jupiter auf seine Trabanten, auf Enckes Kometen, auf die kleinen Planeten (Vesta, Juno, Ceres und Pallas), lehren, daß überall nur die Quantität der Materie die Ziehkraft derselben bestimmt.

Diese Ausschließung von allem Wahrnehmbaren der Stoffverschiedenheit vereinfacht auf eine merkwürdige Weise die Mechanik des Himmels: sie unterwirft das ungemessene Gebiet des Weltraums der alleinigen Herrschaft der Bewegungslehre; und der astrognostische Teil der physischen Weltbeschreibung schöpft aus der fest begründeten theoretischen Astronomie, wie der tellurische Teil aus der Physik, der Chemie und der organischen Morphologie. Das Gebiet der letztgenannten Disziplinen umfaßt so verwickelte und teilweise den mathematischen Ansichten widerstrebende Erscheinungen, daß der tellurische Teil der Lehre vom Kosmos sich noch nicht derselben Sicherheit und Einfachheit der Behandlung zu erfreuen hat, welche der astronomische möglich macht. In den hier angedeuteten Unterschieden liegt gewissermaßen der Grund, warum in der früheren Zeit griechischer Kultur die pythagoreische Naturphilosophie dem Weltraume mehr als den Erdräumen zugewandt war; warum sie durch Philolaus, und in späteren Nachklängen durch Aristarch von Samos und Seleukus den Erythräer für die wahre Kenntnis unseres Sonnensystems in einem weit höheren Grade fruchtbringend geworden ist, als die ionische Naturphilosophie es der Physik der Erde sein konnte. Gleichgültiger gegen die spezifische Natur des Raumerfüllenden, gegen die qualitative Verschiedenheit der Stoffe, war der Sinn der italienischen Schule mit dorischem Ernste allein auf geregelte Gestaltung, auf Form und Maß gerichtet, während die ionischen Physiologen bei dem Stoffartigen, seinen geahnten Umwandlungen und genetischen Verhältnissen vorzugsweise verweilten. Es war dem mächtigen, echt philo-

sophischen und dabei so praktischen Geiste des Aristoteles vorbehalten, mit gleicher Liebe sich in die Welt der Abstraktionen und in die unermeßlich reiche Fülle des Stoffartig-Verschiedenen der organischen Gebilde zu versenken.

Mehrere und sehr vorzügliche Werke über physische Geographie enthalten in der Einleitung einen astronomischen Teil, in dem sie die Erde zuerst in ihrer planetarischen Abhängigkeit, in ihrem Verhältnis zum Sonnensystem betrachten. Dieser Weg ist ganz dem entgegengesetzt, den ich mir vorgezeichnet habe. In einer Weltbeschreibung muß der astrognostische Teil, den Kant die Naturgeschichte des Himmels nannte, nicht dem tellurischen untergeordnet erscheinen. Im Kosmos ist, wie schon der alte Kopernikaner, Aristarch der Samier, sich ausdrückte, die Sonne (mit ihren Gefährten) ein Stern unter den zahllosen Sternen. Eine allgemeine Weltansicht muß also mit den den Weltraum füllenden himmlischen Körpern beginnen: gleichsam mit dem Entwurf einer graphischen Darstellung des Universums, einer eigentlichen Weltkarte, wie zuerst mit kühner Hand sie Herschel der Vater gezeichnet hat. Wenn, trotz der Kleinheit unseres Planeten, der tellurische Teil in der Weltbeschreibung den größten Raum einnimmt und am ausführlichsten behandelt wird, so geschieht dies nur in Beziehung auf die ungleiche Masse des Erkannten, auf die Ungleichheit des empirisch Zugänglichen. Jene Unterordnung des uranologischen Teils finden wir übrigens schon bei dem großen Geographen Bernhard Varenius in der Mitte des 17. Jahrhunderts. Er unterscheidet sehr scharfsinnig allgemeine und spezielle Erdbeschreibung; und teilt die erstere wieder in die absolut tellurische und die planetarische ein: je nachdem man betrachtet die Verhältnisse der Erdoberfläche in den verschiedenen Zonen, oder das solarisch-lunare Leben der Erde, die Beziehung unseres Planeten zu Sonne und Mond. Ein bleibender Ruhm für Varenius ist es, daß die Ausführung eines solchen Entwurfes der allgemeinen und vergleichenden Erdkunde Newtons Aufmerksamkeit in einem hohen Grade auf sich gezogen hatte; aber bei dem mangelhaften Zustande der Hilfswissenschaften, aus denen Varenius schöpfte, konnte

die Bearbeitung nicht der Größe des Unternehmens entsprechen. Es war unserer Zeit vorbehalten, die vergleichende Erdkunde in ihrem weitesten Umfange, ja in ihrem Reflex auf die Geschichte der Menschheit, auf die Beziehungen der Erdgestaltung zu der Richtung der Völkerzüge und der Fortschritte der Gesittung, meisterhaft bearbeitet zu sehen.

Die Aufzählung der vielfachen Strahlen, die sich in dem gesamten Naturwissen wie in einem Brennpunkte vereinigen, kann den Titel des Werks rechtfertigen, das ich, am späten Abend meines Lebens, zu veröffentlichen wage. So sehr auch in dem Sprachgebrauch, bei der früheren Beschränktheit menschlicher Ansichten, die Begriffe Erde und Welt sich verschmelzen (ich erinnere an die Ausdrücke: Weltumsegelung, Weltkarten, Neue Welt), so ist doch die wissenschaftliche Absonderung von Welt und Erde ein allgemein gefühltes Bedürfnis. Die schönen und richtiger gebildeten Ausdrücke: Weltgebäude, Weltraum, Weltkörper, Weltschöpfung für den Inbegriff und den Ursprung aller Materie, der irdischen wie der fernsten Gestirne, rechtfertigen diese Absonderung. Um dieselbe bestimmter, ich könnte sagen feierlicher und auf altertümliche Weise anzudeuten, ist dem Titel meines Werkes das Wort Kosmos vorgesetzt, das ursprünglich, in der Homerischen Zeit, Schmuck und Ordnung bedeutete, später aber zu einem philosophischen Kunstausdrucke, zur wissenschaftlichen Bezeichnung der Wohlgeordnetheit der Welt, ja der ganzen Masse des Raumerfüllenden, d. i. des Weltalls selbst, umgeprägt ward.

Bei der Schwierigkeit, in der steten Veränderlichkeit irdischer Erscheinungen das Geregelte oder Gesetzliche zu erkennen, wurde der Geist der Menschen vorzugsweise und früh von der gleichförmigen, harmonischen Bewegung der Himmelskörper angezogen. Nach dem Zeugnisse des Philolaus, dessen echte Bruchstücke Böckh so geistreich bearbeitet hat, nach dem einstimmigen Zeugnis des ganzen Altertums hat Pythagoras zuerst das Wort Kosmos für Weltordnung, Welt und Himmelsraum gebraucht. Aus der philosophischen italienischen Schule ist das Wort in die Sprache der Dichter der Natur

(Parmenides und Empedokles), später endlich und langsamer in die Prosaiker übergegangen. In meinem Entwurfe einer Weltbeschreibung ist Kosmos, wie der allgemeinste Gebrauch in der nach-pythagoreischen Zeit es gebietet und wie der unbekannte Verfasser des Buches de Mundo, das lange dem Aristoteles zugeschrieben wurde, das Wort definiert hat, für den Inbegriff von Himmel und Erde, für die ganze Körperwelt genommen.

Wie eine physische Weltgeschichte, wenn die Materialien dazu vorhanden wären, im weitesten Sinne des Wortes die Veränderungen schildern sollte, welche im Lauf der Zeiten der Kosmos durchwandert hat: von den neuen Sternen an, die am Firmamente urplötzlich aufgelodert, und den Nebelflecken, die sich auflösen oder gegen ihre Mitte verdichten, bis zum feinsten Pflanzengewebe, das die nackte, erkaltete Erdrinde oder ein gehobenes Korallenriff allmählich und fortschreitend bedeckt; so schildert dagegen die physische Weltbeschreibung das Zusammenbestehende im Raume, das gleichzeitige Wirken der Naturkräfte und der Gebilde, die das Produkt dieser Kräfte sind. Das Seiende ist aber, im Begreifen der Natur, nicht von dem Werden absolut zu scheiden; denn nicht das Organische allein ist ununterbrochen im Werden und Untergehen begriffen: das ganze Erdenleben mahnt, in jedem Stadium seiner Existenz, an die früher durchlaufenen Zustände. So enthalten die übereinander gelagerten Steinschichten, aus denen der größere Teil der äußeren Erdrinde besteht, die Spuren einer fast gänzlich untergegangenen Schöpfung: sie verkünden eine Reihe von Bildungen, die sich gruppenweise ersetzt haben; sie entfalten dem Blick des Beobachters gleichzeitig im Raume die Faunen und Floren der verflossenen Jahrtausende. In diesem Sinne wären Naturbeschreibung und Naturgeschichte nicht gänzlich voneinander zu trennen. Der Geognost kann die Gegenwart nicht ohne die Vergangenheit fassen. Beide durchdringen und verschmelzen sich in dem Naturbilde des Erdkörpers, wie im weiten Gebiete der Sprachen der Etymologe in dem dermaligen Zustande grammatischer Formen ihr Werden und progressives Gestalten, ja die ganze sprachbildende Vergangenheit in der Gegenwart abgespiegelt

findet. In der materiellen Welt aber ist diese Abspiegelung des Gewesenen um so klarer, als wir analoge Produkte unter unseren Augen sich bilden sehen. Unter den Gebirgsarten, um ein Beispiel der Geognosie zu entlehnen, beleben Trachytkegel, Basalt, Bimssteinschichten und schlackige Mandelsteine auf eigentümliche Weise die Landschaft. Sie wirken auf unsere Einbildungskraft wie Erzählungen aus der Vorwelt. Ihre Form ist ihre Geschichte. Das Sein wird in seinem Umfang und inneren Sein vollständig erst als ein Gewordenes erkannt.

Die Vielheit der Erscheinungen des Kosmos in der Einheit des Gedankens, in der Form eines rein rationalen Zusammenhanges zu umfassen, kann meiner Einsicht nach bei dem jetzigen Zustande unseres empirischen Wissens nicht erlangt werden. Erfahrungswissenschaften sind nie vollendet, die Fülle sinnlicher Wahrnehmungen ist nicht zu erschöpfen; keine Generation wird je sich rühmen können, die Totalität der Erscheinungen zu übersehen. Nur da, wo man die Erscheinungen gruppenweise sondert, erkennt man in einzelnen gleichartigen Gruppen das Walten großer und einfacher Naturgesetze. Je mehr die physikalischen Wissenschaften sich ausbilden, desto mehr erweitern sich auch die Kreise dieses Waltens. Glänzende Beweise davon geben die neuerlangten Ansichten der Prozesse, welche sowohl im festen Erdkörper als in der Atmosphäre von elektro-magnetischen Kräften, von der strahlenden Wärme oder der Fortpflanzung der Lichtwellen abhängen; glänzende Beweise die Evolutionsbildungen des Organismus, in denen alles Entstehende vorher angedeutet ist, wo gleichsam aus einerlei Hergang in der Vermehrung und Umwandlung von Zellen das Gewebe der Tier- und Pflanzenwelt entsteht. In der Verallgemeinerung der Gesetze, die anfangs nur engere Kreise, isoliertere Gruppen von Phänomenen zu beherrschen scheinen, gibt es mannigfaltige Abstufungen. Die Herrschaft der erkannten Gesetze gewinnt an Umfang, der ideelle Zusammenhang an Klarheit, solange die Forschungen auf gleichartige, unter sich verwandte Massen gerichtet sind. Wo aber die dynamischen Ansichten, die sich dazu nur auf bildliche atomistische Voraussetzungen gründen, nicht ausreichen,

weil die spezifische Natur der Materie und ihre Heterogeneität im Spiel sind, da geraten wir, nach Einheit des Begreifens strebend, auf Klüfte von noch unergründeter Tiefe. Es offenbart sich dort das Wirken einer eigenen Art von Kräften. Das Gesetzliche numerischer Verhältnisse, welches der Scharfsinn der neueren Chemiker so glücklich und glänzend, doch aber ebenfalls nur unter einem uralten Gewande, in den Symbolen atomistischer Vorstellungsweisen erkannt hat, bleibt bis jetzt isoliert, ununterworfen den Gesetzen aus dem Bereich der reinen Bewegungslehre.

Wir sind noch weit von dem Zeitpunkte entfernt, wo es möglich sein könnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu konzentrieren. Es darf zweifelhaft genannt werden, ob dieser Zeitpunkt je herannahen wird. Die Komplikation des Problems und die Unermeßlichkeit des Kosmos vereiteln fast die Hoffnung dazu. Wenn uns aber auch das Ganze unerreichbar ist, so bleibt doch die teilweise Lösung des Problems, das Streben nach dem Verstehen der Welterscheinungen, der höchste und ewige Zweck aller Naturforschung.

Man mag nun die Natur dem Bereich des Geistigen entgegensetzen, als wäre das Geistige nicht auch in dem Naturganzen enthalten, oder man mag die Natur der Kunst entgegenstellen, letztere in einem höheren Sinne als den Inbegriff aller geistigen Produktionskraft der Menschheit betrachtet, so müssen diese Gegensätze doch nicht auf eine solche Trennung des Physischen vom Intellektuellen führen, daß die Physik der Welt zu einer bloßen Anhäufung empirisch gesammelter Einzelheiten herabsinke. Wissenschaft fängt erst an, wo der Geist sich des Stoffes bemächtigt, wo versucht wird, die Masse der Erfahrungen einer Vernunfterkenntnis zu unterwerfen; sie ist der Geist, zugewandt zu der Natur. Die Außenwelt existiert aber nur für uns, indem wir sie in uns aufnehmen, indem sie sich in uns zu einer Naturanschauung gestaltet. So geheimnisvoll unzertrennlich als Geist und Sprache, der Gedanke und das befruchtende Wort sind, ebenso schmilzt, uns selbst gleichsam unbewußt, die Außenwelt mit dem Innersten im Menschen, mit dem Gedanken und

der Empfindung zusammen. „Die äußerlichen Erscheinungen werden so“, wie Hegel sich in der Philosophie der Geschichte ausdrückt, „in die innerliche Vorstellung übersetzt.“ Die objektive Welt, von uns gedacht, in uns reflektiert, wird den ewigen, notwendigen, alles bedingenden Formen unserer geistigen Existenz unterworfen. Die intellektuelle Tätigkeit übt sich dann an dem durch die sinnliche Wahrnehmung überkommenen Stoffe. Es ist daher schon im Jugendalter der Menschheit, in der einfachsten Betrachtung der Natur, in dem ersten Erkennen und Auffassen eine Anregung zu naturphilosophischen Ansichten. Diese Anregung ist verschieden, mehr oder minder lebhaft, nach der Gemütsstimmung, der nationalen Individualität und dem Kulturzustande der Völker. Eine Geistesarbeit beginnt, sobald, von innerer Notwendigkeit getrieben, das Denken den Stoff sinnlicher Wahrnehmungen aufnimmt.

Mißbrauch oder irrige Richtungen der Geistesarbeit müssen aber nicht zu der die Intelligenz entehrenden Ansicht führen, als sei die Gedankenwelt ihrer Natur nach die Region phantastischer Truggebilde; als sei der so viele Jahrhunderte hindurch gesammelte überreiche Schatz empirischer Anschauung von der Philosophie wie von einer feindlichen Macht bedroht. Es geziemt nicht dem Geiste unserer Zeit, jede Verallgemeinerung der Begriffe, jeden auf Induktion und Analogien gegründeten Versuch, tiefer in die Verkettung der Naturerscheinungen einzudringen, als bodenlose Hypothese zu verwerfen; und unter den edeln Anlagen, mit denen die Natur den Menschen ausgestattet hat, bald die nach einem Kausalzusammenhang grübelnde Vernunft, bald die regsame, zu allem Entdecken und Schaffen notwendige und anregende Einbildungskraft zu verdammen.





Naturgemälde



enn der menschliche Geist sich erkühnt, die Materie, d. h. die Welt psychischer Erscheinungen zu beherrschen, wenn er bei denkender Betrachtung des Seienden die reiche Fülle des Naturlebens, das Walten der freien und der gebundenen Kräfte zu durchdringen strebt, so fühlt er sich zu einer Höhe gehoben, von der herab bei weit hinschwindendem Horizonte ihm das einzelne gruppenweise verteilt, wie umflossen von leichtem Dufte erscheint. Durch Trennung und Unterordnung der Erscheinungen, durch ahnungsvolles Eindringen in das Spiel dunkel waltender Mächte, durch eine Lebendigkeit des Ausdrucks, in dem die sinnliche Anschauung sich naturwahr spiegelt, können wir versuchen, das All (τὸ πᾶν) zu umfassen und zu beschreiben, wie es die Würde des großartigen Wortes K o s m o s: als U n i v e r s u m, als W e l t o r d n u n g, als S c h m u c k des Geordneten, erheischt. So umfaßt ein Weltgemälde in wenigen Zügen die ungemessenen Himmelsräume, wie die mikroskopischen kleinen Organismen des Tier- und Pflanzenreichs, welche unsere stehenden Gewässer und die verwitternde Rinde der Felsen bewohnen. Alles Wahrnehmbare, das ein strenges Studium der Natur nach jeglicher Richtung bis zur

jetzigen Zeit erforscht hat, bildet das Material, nach welchem die Darstellung zu entwerfen ist; es enthält in sich das Zeugnis ihrer Wahrheit und Treue. Ein beschreibendes Naturgemälde soll aber nicht bloß dem einzelnen nachspüren; es bedarf nicht zu seiner Vollständigkeit der Aufzählung aller Lebensgestalten, aller Naturdinge und Naturprozesse. Der Tendenz endloser Zersplitterung des Erkannten und Gesammelten widerstrebend, soll der ordnende Denker trachten, der Gefahr der empirischen Fülle zu entgehn. Ein ansehnlicher Teil der qualitativen Kräfte der Materie oder, um naturphilosophischer zu reden, ihrer qualitativen Kraftäußerungen ist gewiß noch unentdeckt. Das Auffinden in der Totalität bleibt daher schon deshalb unvollständig. Neben der Freude an der errungenen Erkenntnis liegt wie mit Wehmut gemischt in dem aufstrebenden, von der Gegenwart unbefriedigten Geiste die Sehnsucht nach noch nicht aufgeschlossenen, unbekannten Regionen des Wissens. Eine solche Sehnsucht knüpft fester das Band, welches nach alten, das Innerste der Gedankenwelt beherrschenden Gesetzen alles Sinnliche an das Unsinnliche kettet; sie belebt den Verkehr zwischen dem, „was das Gemüt von der Welt erfaßt, und dem, was es aus seinen Tiefen zurückgibt".

Ist die Natur (Inbegriff der Naturdinge und Naturerscheinungen) ihrem Umfang und Inhalte nach ein Unendliches, so ist sie auch für die intellektuellen Anlagen der Menschheit ein nicht zu fassendes und in allgemeiner ursächlicher Erkenntnis von dem Zusammenwirken aller Kräfte ein unauflösbares Problem. Wenn aber auch das ewige Streben, die Totalität zu umfassen, unbefriedigt bleibt, so lehrt uns dagegen die Geschichte der Weltanschauung, wie im Lauf der Jahrhunderte die Menschheit zu einer partiellen Einsicht in die relative Abhängigkeit der Erscheinungen allmählich gelangt ist. Bei allem Beweglichen und Veränderlichen im Raume sind mittlere Zahlenwerte der letzte Zweck, ja der Ausdruck physischer Gesetze; sie zeigen uns das Stetige in dem Wechsel und in der Flucht der Erscheinungen; so ist z. B. der Fortschritt der neueren messenden und wägenden Physik vorzugsweise nach Erlangung und Berichtigung der mittleren Werte gewisser Größen bezeichnet;

so treten wiederum wie einst in der italienischen Schule doch in erweitertem Sinne die einzigen in unserer Schrift übrig gebliebenen und weit verbreiteten hieroglyphischen Zeichen der Zahlen als Mächte des Kosmos auf.

Den ernsten Forscher erfreut die Einfachheit numerischer Verhältnisse, durch welche die Dimensionen der Himmelsräume, die Größe der Weltkörper und ihre periodischen Störungen, die dreifachen Elemente des Erdmagnetismus, der mittlere Druck des Luftmeeres, und die Menge der Wärme bezeichnet werden, welche die Sonne in jedem Jahre und in jedem Teile des Jahres über die einzelnen Punkte der festen oder flüssigen Oberfläche unseres Planeten ergießt. Unbefriedigter bleibt der Naturdichter, unbefriedigt der Sinn der neugierigen Menge. Beiden erscheint heute die Wissenschaft wie verödet, da sie viele der Fragen mit Zweifel oder gar als unauflöslich zurückweist, die man ehemals beantworten zu können wähnte. In ihrer strengeren Form, in ihrem engeren Gewande ist sie der verführerischen Anmut beraubt, durch welche früher eine dogmatische und symbolisierende Physik die Vernunft zu täuschen, die Einbildungskraft zu beschäftigen wußte. Lange vor der Entdeckung der Neuen Welt glaubte man von den Kanarischen Inseln oder den Azoren aus Länder im Westen zu sehen. Es waren Trugbilder nicht durch eine ungewöhnliche Brechung der Lichtstrahlen, nur durch Sehnsucht nach der Ferne, nach dem Jenseitigen erzeugt. Solchen Reiz täuschender Luftgebilde bot die Naturphilosophie der Griechen, die Physik des Mittelalters und selbst die der späteren Jahrhunderte in reichem Maße dar. An der Grenze des beschränkten Wissens, wie von einem hohen Inselufer aus, schweift gern der Blick in ferne Regionen. Der Glaube an das Ungewöhnliche und Wundervolle gibt bestimmte Umrisse jedem Erzeugnis idealer Schöpfung; und das Gebiet der Phantasie, ein Wunderland kosmologischer, geognostischer und magnetischer Träume, wird unaufhaltsam mit dem Gebiete der Wirklichkeit verschmolzen.

Natur in der vielfachen Deutung des Wortes bald als Totalität des Seienden und Werdenden, bald als innere bewegende Kraft, bald als das geheimnisvolle Urbild aller Erscheinungen aufgefaßt,

offenbart sich dem einfachen Sinn und Gefühle des Menschen vorzugsweise als etwas Irdisches, ihm näher Verwandtes. Erst in den Lebenskreisen der organischen Bildung erkennen wir recht eigentlich unsere Heimat. Wo der Erde Schoß ihre Blüten und Früchte entfaltet, wo er die zahllosen Geschlechter der Tiere nährt, da tritt das Bild der Natur lebendiger vor unsere Seele. Es ist zunächst auf das Tellurische beschränkt; der glanzvolle Sternenteppich, die weiten Himmelsräume gehören einem Weltgemälde an, in welchem die Größe der Massen, die Zahl zusammengedrängter Sonnen oder aufdämmernder Lichtnebel unsere Bewunderung und unser Staunen erregen, dem wir uns aber bei scheinbarer Verödung, bei völligem Mangel an dem unmittelbaren Eindruck eines organischen Lebens wie entfremdet fühlen. So sind denn auch nach den frühesten physikalischen Ansichten der Menschheit Himmel und Erde, räumlich ein Oben und Unten, voneinander getrennt geblieben.

Durch Organe nimmt der Mensch die Außenwelt in sich auf. Lichterscheinungen verkünden uns das Dasein der Materie in den fernsten Himmelsräumen. Das Auge ist das Organ der Weltanschauung. Die Erfindung des teleskopischen Sehens hat seit dritthalb Jahrhunderten den späteren Generationen eine Macht verliehen, deren Grenze noch nicht erreicht ist. Die erste und allgemeinste Betrachtung im Kosmos ist die des Inhalts der Welträume, die Betrachtung der Verteilung der Materie: des Geschaffenen, wie man gewöhnlich das Seiende und Werdende zu nennen pflegt. Wir sehen die Materie teils zu rotierenden und kreisenden Weltkörpern von sehr verschiedener Dichtigkeit und Größe geballt, teils selbstleuchtend dunstförmig als Lichtnebel zerstreut. Betrachten wir zuerst die Nebelflecke, den in bestimmte Formen geschiedenen Weltdunst, so scheint derselbe in steter Veränderung seines Aggregatzustandes begriffen. Er tritt auf, scheinbar in kleinen Dimensionen, als runde oder elliptische Scheibe, einfach oder gepaart, bisweilen durch einen Lichtfaden verbunden; bei größerem Durchmesser ist er vielgestaltet, langgestreckt oder in mehrere Zweige auslaufend als Fächer oder scharf begrenzter Ring mit dunklem Inneren. Man glaubt diese Nebelflecke mannig-

faltigen fortschreitenden Gestaltungsprozessen unterworfen, je nachdem sich in ihnen der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne nach Attraktionsgesetzen verdichtet. Fast dritthalb tausend (jetzt über 5000) solcher unauflöslichen Nebelflecke, in denen die mächtigsten Fernrohre keine Sterne unterscheiden, sind bereits aufgezählt und in ihrer örtlichen Lage bestimmt worden.

Die genetische Entwicklung, die perpetuierliche Fortbildung, in welcher dieser Teil der Himmelsräume begriffen scheint, hat denkende Beobachter auf die Analogie organischer Erscheinungen geleitet. Wie wir in unseren Wäldern dieselbe Baumart gleichzeitig in allen Stufen des Wachstums sehen und aus diesem Anblick, aus dieser Koexistenz den Eindruck fortschreitender Lebensentwicklung schöpfen, so erkennen wir auch in dem großen Weltgarten die verschiedensten Stadien allmählicher Sternbildung. Der Prozeß der Verdichtung, den Anaximenes und die ganze ionische Schule lehrte, scheint hier gleichsam unter unseren Augen vorzugehen. Dieser Gegenstand des Forschens und Ahnens ist vorzugsweise anziehend für die Einbildungskraft. Was in den Kreisen des Lebens und aller inneren treibenden Kräfte des Weltalls so unaussprechlich fesselt, ist minder noch die Erkenntnis des Seins als die des Werdens; sei dies Werden auch nur (denn vom eigentlichen Schaffen als einer Tathandlung, vom Entstehen als „Anfang des Seins nach dem Nichtsein" haben wir weder Begriff noch Erfahrung) ein neuer Zustand des schon materiell Vorhandenen.

Mit den eigentlichen vielgestalteten Nebelflecken, deren einzelne Teile einen ungleichen Glanz haben und die mit abnehmendem Umfang sich vielleicht zuletzt in Sterne konzentrieren; mit sogenannten planetarischen Nebeln, deren runde, etwas eiförmige Scheiben in allen Teilen eine völlig gleiche milde Intensität des Lichtes zeigen, sind nicht die Nebelsterne zu verwechseln. Hier projizieren sich nicht etwa zufällig Sterne auf fernem nebligen Grunde; nein, die dunstförmige Materie, der Lichtnebel bildet eine Masse mit dem von ihm umgebenen Gestirn. Bei der oft sehr beträchtlichen Größe ihres scheinbaren Durchmessers und der Ferne, in der sie aufglimmen, müssen

beide, die planetarischen Nebelflecken sowohl als die Nebelsterne ungeheure Dimensionen haben. Neue und scharfsinnige Betrachtungen über den sehr verschiedenen Einfluß der Entfernung auf die Intensität des Lichtes einer Scheibe von meßbarem Durchmesser oder eines einzelnen selbstleuchtenden Punktes machen es nicht unwahrscheinlich, daß die planetarischen Nebelflecken sehr ferne Nebelsterne sind, in denen der Unterschied zwischen dem Zentralsterne und der ihn umgebenden Dunsthülle selbst für unser teleskopisches Sehen verschwunden ist.

Die prachtvollen Zonen des südlichen Himmels zwischen den Parallelkreisen von 50° und 80° sind besonders reich an Nebelsternen und zusammengedrängten, nicht aufzulösenden Nebelflecken. Von den zwei Magelhaensischen Wolken, die um den sternenleeren, verödeten Südpol kreisen, erscheint besonders die größere nach den neuesten Untersuchungen „als ein wundersames Gemenge von Sternschwärmen von teils kugelförmigen Haufen von Nebelsternen verschiedener Größe, und von unauflöslichen Nebelflecken, die, eine allgemeine Helligkeit des Gesichtsfeldes hervorbringend, wie den Hintergrund des Bildes darstellen“. Der Anblick dieser Wolken, des lichtstrahlenden Schiffes Argo, der Milchstraße zwischen dem Skorpion, dem Kentaur und dem Kreuze, ja die landschaftliche Anmut des ganzen südlichen Himmels haben mir einen unvergeßlichen Eindruck zurückgelassen. Das Zodiakallicht, das pyramidenförmig aufsteigt (ebenfalls in seinem milden Glanze der ewige Schmuck der Tropennächte), ist entweder ein großer zwischen der Erde und Mars rotierender Nebelring oder, doch mit minderer Wahrscheinlichkeit, die äußerste Schicht der Sonnenatmosphäre. Außer diesen Lichtwolken und Nebeln von bestimmter Form verkündigen noch genaue und immer miteinander übereinstimmende Beobachtungen die Existenz und die allgemeine Verbreitung einer wahrscheinlich nicht selbst leuchtenden, unendlich fein zerteilten Materie, welche Widerstand leistend in dem Enckeschen und vielleicht auch in dem Bielaschen Kometen durch Verminderung der Exzentrität und Verkürzung der Umlaufszeit sich offenbart. Diese hemmende ätherische und kosmische Materie kann als bewegt, trotz ihrer ursprünglichen Tenuität als gravitierend, in der Nähe des großen Sonnenkörpers verdichtet, ja

seit Myriaden von Jahren durch ausströmenden Dunst der Kometenschweife als vermehrt gedacht werden.

Gehen wir nun von der dunstartigen Materie des unermeßlichen Himmelsraumes, wie sie bald formlos zerstreut und unbegrenzt, ein kosmischer Weltäther, bald in Nebelflecke verdichtet ist, zu dem geballten, starren Teile des Universums über, so nähern wir uns einer Klasse von Erscheinungen, die ausschließlich mit dem Namen der Gestirne oder der Sternenwelt bezeichnet wird. Auch hier sind die Grade der Starrheit oder Dichtigkeit der geballten Materie verschieden. Unser eigenes Sonnensystem bietet alle Stufen mittlerer Dichtigkeit (des Verhältnisses des Volums zur Masse) dar. Wenn man die Planeten von Merkur bis Mars mit der Sonne und mit Jupiter, und dann diese letzteren zwei Gestirne mit dem noch undichteren Saturn vergleicht, so gelangt man in absteigender Stufenleiter, um an irdische Stoffe zu erinnern, von der Dichtigkeit des Antimonmetalles zu der des Honigs, des Wassers und des Tannenholzes. In den Kometen, die den zahlreichsten Teil der individualisierten Naturformen unseres Sonnensystems ausmachen, läßt selbst noch der konzentriertere Teil, welchen wir den Kopf oder Kern zu nennen pflegen, das Sternenlicht ungebrochen durch. Die Masse der Kometen erreicht vielleicht nie den fünftausendsten Teil der Erdmasse. So verschiedenartig zeigen sich die Gestaltungsprozesse in dem ursprünglichen und vielleicht fortschreitenden Ballen der Materie.

Was Wright, Kant und Lambert nach Vernunftschlüssen von der allgemeinen Anordnung des Weltgebäudes, von der räumlichen Verteilung der Materie geahnt, ist durch Sir William Herschel auf dem sichereren Wege der Beobachtung und der Messung ergründet worden. Der große, begeisterte und doch so vorsichtig forschende Mann hat zuerst das Senkblei in die Tiefen des Himmels geworfen, um die Grenzen und die Form der abgesonderten Sternschicht zu bestimmen, die wir bewohnen; er hat zuerst gewagt, die Verhältnisse der Lage und des Abstandes ferner Nebelflecke zu unserer Sternschicht aufzuklären. Wilhelm Herschel hat (so sagt die schöne Grabschrift

zu Upton) die Schranken des Himmels durchbrochen (caelorum perrupit claustra); wie Kolumbus ist er vorgedrungen in ein unbekanntes Weltenmeer, Küsten und Inselgruppen erblickend, deren letzte wahre Ortsbestimmung kommenden Jahrhunderten vorbehalten bleibt.

Betrachtungen über die verschiedene Lichtstärke der Sterne und über ihre relative Zahl, d. i. über die numerische Seltenheit oder Anhäufung in gleich großen Feldern der Fernröhre, haben auf die Annahme ungleicher Entfernung und räumlicher Verteilung in den durch sie gebildeten Schichten geleitet. Solche Annahmen, insofern sie zu einer Begrenzung der einzelnen Teile des Weltbaus führen sollen, können allerdings nicht denselben Grad mathematischer Gewißheit darbieten, der in allem erreicht wird, was unser Sonnensystem, was das Kreisen der Doppelsterne mit ungleicher Geschwindigkeit um einen gemeinsamen Schwerpunkt, was die scheinbare oder wirkliche Bewegung aller Gestirne betrifft. Man würde geneigt sein, die physische Weltbeschreibung, wenn sie von den fernsten Nebelflecken anhebt, mit dem mythischen Teile der Weltgeschichte zu vergleichen. Beide Disziplinen beginnen im Dämmerlichte der Vorzeit wie des unerreichbaren Raumes; und wo die Wirklichkeit zu entschwinden droht, ist die Phantasie zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu schöpfen und den unbestimmten wechselnden Gestalten Umriß und Dauer zu geben.

Vergleicht man den Weltraum mit einem der inselreichen Meere unseres Planeten, so kann man sich die Materie *gruppenweise* verteilt denken, bald in unauflösliche Nebelflecken von verschiedenem Alter um einen oder um mehrere Kerne verdichtet, bald schon in Sternhaufen oder isolierte Sporaden geballt. Unser Sternhaufen, die *Weltinsel*, zu der wir gehören, bildet eine linsenförmig abgeplattete, überall abgesonderte Schicht, deren große Achse zu sieben- bis achthundert, die kleine zu hundertundfünfzig Siriusweiten geschätzt wird. In der Voraussetzung, daß die Parallaxe des Sirius nicht größer ist als die genau bestimmte des glänzendsten Sternes im Kentaur (0",9128), durchläuft das Licht eine Siriusweite in drei Jahren, während aus Bessels vortrefflicher Arbeit über die Parallaxe des merkwürdigen 61. Sternes im Schwan (0",3483), dessen beträchtliche eigene Bewegung auf eine

große Nähe hätte schließen lassen, folgt, daß von diesem Sterne das Licht zu uns erst in 9¼ Jahren gelangt. Unsere Sternschicht, eine Scheibe von geringer Dicke, ist zu einem Drittel in zwei Arme geteilt; man glaubt, wir stehen dieser Teilung nahe, ja der Gegend des Sirius näher als dem Sternbild des Adlers: fast in der Mitte der körperlichen Ausdehnung der Schicht ihrer Dicke oder kleinen Achse nach. Dieser Ort unseres Sonnensystems und die Gestaltung der ganzen Linse sind aus Sterneichungen, d. h. aus jenen Sternzählungen geschlossen, die sich auf gleich große Abteilungen des teleskopischen Gesichtsfeldes beziehen. Die zu- und abnehmende Sternmenge mißt die Tiefe der Schicht nach verschiedenen Richtungen hin. So geben die Eichungen die Länge der Visionsradien, gleichsam die jedesmalige Länge des ausgeworfenen Senkbleies, wenn dasselbe den Boden der Sternschicht oder richtiger gesprochen, da hier kein Oben und Unten ist, die äußere Begrenzung erreichen soll. Das Auge sieht in der Richtung der Längenachse, da wo die meisten Sterne hintereinander liegen, die letzteren dicht zusammengedrängt wie durch einen milchfarbenen Schimmer (Lichtdunst) vereinigt und an dem scheinbaren Himmelsgewölbe in einem dasselbe ganz umziehenden Gürtel perspektivisch dargestellt. Der schmale und in Zweige geteilte Gürtel von prachtvollem, doch ungleichem und durch dunklere Stellen unterbrochenem Lichtglanze weicht an der hohlen Sphäre nur um wenige Grade von einem größten Kreise ab, weil wir uns nahe bei der Mitte des ganzen Sternhaufens und fast in der Ebene der Milchstraße selbst befinden. Stünde unser Planetensystem fern außerhalb des Sternhaufens, so würde die Milchstraße dem bewaffneten Auge als ein Ring, und in noch größerer Ferne als ein auflöslicher, scheibenförmiger Nebelfleck erscheinen.

Unter den vielen selbstleuchtenden, ihren Ort verändernden Sonnen (irrtümlich sogenannten Fixsternen), welche unsere Weltinsel bilden, ist unsere Sonne die einzige, die wir als Zentralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältnis zu der von ihr unmittelbar abhängigen, um sie kreisenden geballten Materie (in mannigfacher Form von Planeten, Kometen und aerolithenartigen Asteroiden) kennen.

Das Planetensystem in seinen Verhältnissen von absoluter Größe und relativer Achsenstellung, von Dichtigkeit, Rotationszeit und verschiedenen Graden der Exzentrizität der Bahnen hat für uns nicht mehr Naturnotwendiges als das Maß der Verteilung von Wasser und Land auf unserem Erdkörper, als der Umriß der Kontinente oder die Höhe der Bergketten. Kein allgemeines Gesetz ist in dieser Hinsicht in den Himmelsräumen oder in den Unebenheiten der Erdrinde aufzufinden. Es sind Tatsachen der Natur, hervorgegangen aus dem Konflikt vielfacher einst unter unbekannten Bedingungen wirkender Kräfte. Zufällig aber erscheint dem Menschen in der Planetenbildung, was er nicht genetisch zu erklären vermag. Haben sich die Planeten aus einzelnen um die Sonne kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet, so können die verschiedenen Dicken, die ungleichförmige Dichtigkeit, die Temperatur und die elektromagnetische Spannung dieser Ringe zu den verschiedensten Gestaltungen der geballten Materie, wie das Maß der Wurfgeschwindigkeit und kleine Abänderungen in der Richtung des Wurfes zu den mannigfaltigsten Formen und Neigungen der elliptischen Bahnen Anlaß gegeben haben. Massenanziehungen und Gravitationsgesetze haben gewiß hier wie in den geognostischen Verhältnissen der Kontinentalerhebungen gewirkt; aber aus der gegenwärtigen Form der Dinge ist nicht auf die ganze Reihe der Zustände zu schließen, welche sie bis zu ihrer Entstehung durchlaufen haben. Selbst das sogenannte Gesetz der Abstände der Planeten von der Sonne, die Progression, aus deren fehlendem Gliede schon Kepler die Existenz eines die Lücke ausfüllenden Planeten zwischen Mars und Jupiter ahnte, ist als numerisch ungenau für die Distanzen zwischen Merkur, Venus und der Erde, und wegen des supponierten ersten Gliedes als gegen die Begriffe einer Reihe streitend befunden worden.

Die acht um unsere Sonne kreisenden Hauptplaneten finden sich (jetzt) von 23 Nebenplaneten (Monden, Satelliten) umgeben. Die Hauptplaneten sind also wiederum Zentralkörper für untergeordnete Systeme. Wir erkennen hier in dem Weltbau gleichsam denselben Gestaltungsprozeß, der uns so oft die Entfaltung des organischen

Lebens bei vielfach zusammengesetzten Tier- und Pflanzengruppen in der typischen Formwiederholung untergeordneter Sphären zeigt. Die einfache Beobachtung der sich von Saturn und Jupiter bis Mars und Venus schnell vermindernden Umlaufszeiten hatte bei der Annahme, daß die Planeten an bewegliche Sphären geheftet seien, sehr früh auf Ahnungen über die Abstände dieser Sphären voneinander geführt. Da unter den Griechen vor Aristarch von Samos und der Errichtung des alexandrinischen Museums von methodisch angestellten Beobachtungen und Messungen keine Spur zu finden ist, so entstand eine große Verschiedenheit in den Hypothesen über die Reihung der Planeten und ihrer relativen Abstände; sei es, wie nach dem am meisten herrschenden Systeme, über die Abstände von der im Zentrum ruhenden Erde, oder, wie bei den Pythagoreern, über die Abstände von dem Herd des Weltalls, der Hestia. Man schwankte besonders in der Stellung der Sonne, d. h. in ihrer relativen Lage gegen die unteren Planeten und den Mond. Die Pythagoreer, denen Zahl die Quelle der Erkenntnis, die Wesenheit der Dinge war, wandten ihre Zahlentheorie, die alles verschmelzende Lehre der Zahlenverhältnisse auf die geometrische Betrachtung der fünf regelmäßigen Körper, auf die musikalischen Intervalle der Töne, welche die Akkorde bestimmen und verschiedene Klanggeschlechter bilden, ja auf den Weltenbau selbst an, ahnend, daß die bewegten, gleichsam schwingenden, Klangwellen erregenden Planeten nach den harmonischen Verhältnissen ihrer räumlichen Intervalle eine Sphärenmusik hervorrufen müßten. „Diese Musik“, setzten sie hinzu, „würde dem menschlichen Ohre vernehmbar sein, wenn sie nicht, eben darum weil sie perpetuierlich ist und weil der Mensch von Kindheit auf daran gewöhnt ist, überhört würde.“ Der harmonische Teil der pythagoreischen Zahlenlehre schloß sich so der figürlichen Darstellung des Kosmos an; denn „die Kosmogonie ist dem Plato das Werk der von der Harmonie zustande gebrachten Vereinigung entgegengesetzter Urgründe“. Er versucht sogar in einem anmutigen Bilde die Welttöne zu versinnlichen, indem er auf jede der Planetensphären eine Sirene setzt, die von den ernsten Töchtern der Notwendigkeit, den

drei Mören, unterstützt, die ewige Umkreisung der Weltspindel fördern. Eine solche Darstellung der Sirenen, an deren Stelle bisweilen als Himmelssängerinnen die Musen treten, ist uns in antiken Kunstdenkmälern, besonders in geschnittenen Steinen, mehrfach erhalten. Im christlichen Altertume wie im ganzen Mittelalter, von Basilius dem Großen an bis Thomas von Aquino und Petrus Alliacus, wird der Harmonie der Sphären noch immer, doch meist tadelnd, gedacht. Schon Aristoteles nennt die pythagoreische Tonmythe artig und geistreich, aber unwahr.

Am Ende des 16. Jahrhunderts erwachten in dem phantasiereichen Kepler wieder alle pythagoreischen und platonischen Weltansichten, gleichzeitig die geometrischen wie die musikalischen. Kepler baute nach seinen naturphilosophischen Phantasien das Planetensystem erst in dem Mysterium cosmographicum nach der Norm der fünf regulären Körper, welche zwischen die Planetensphären gelegt werden können, dann in der Harmonice Mundi nach den Intervallen der Töne auf. Von der Gesetzlichkeit in den relativen Abständen der Planeten überzeugt, glaubte er das Problem durch eine glückliche Kombination seiner früheren und späteren Ansichten gelöst zu haben. Auffallend genug ist es, daß Tycho de Brahe, den wir sonst immer so streng an die wirkliche Beobachtung gefesselt finden, schon vor Kepler die von Rothmann bestrittene Meinung geäußert hatte, daß die kreisenden Weltkörper die Himmelsluft (was wir jetzt das widerstehende Mittel nennen) zu erschüttern vermöchten, um Töne zu erzeugen. Die Analogien der Tonverhältnisse mit den Abständen der Planeten, denen Kepler so lange und so mühsam nachspürte, blieben aber, wie mir scheint, bei dem geistreichen Forscher ganz in dem Bereich der Abstraktionen. Er freut sich, zu größerer Verherrlichung des Schöpfers, in den räumlichen Verhältnissen des Kosmos musikalische Zahlenverhältnisse entdeckt zu haben; er läßt, wie in dichterischer Begeisterung, „Venus zusammen mit der Erde in der Sonnenferne Dur, in der Sonnennähe Moll spielen, ja, der höchste Ton des Jupiter und der Venus müssen im Mollakkord zusammentreffen." Die vergleichende Betrachtung der Planetenintervalle mit den

regelmäßigen Körpern, welche diese Intervalle ausfüllen müssen, hatte Kepler ermutigt, seine Hypothesen selbst bis auf die Fixsternwelt auszudehnen. Was bei der Auffindung der Ceres und der anderen sogenannten kleinen Planeten an die pythagoreischen Kombinationen Keplers zuerst wieder lebhaft erinnert hat, ist dessen fast vergessene Äußerung gewesen über die wahrscheinliche Existenz eines noch ungesehenen Planeten in der großen planetenlosen Kluft zwischen Mars und Jupiter. „Ich bin kühner geworden", sagt er in der Einleitung zum Mysterium cosmographicum, „und setze zwischen Mars und Jupiter einen neuen Planeten wie auch (eine Behauptung, die weniger glücklich war und lange unbeachtet blieb) einen anderen Planeten zwischen Venus und Merkur; man hat wahrscheinlich beide ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen nicht gesehen." Kepler war 25 Jahre alt, da er dies schrieb. Man sieht, wie sein beweglicher Geist Hypothesen aufstellte und schnell wieder verließ, um sie mit anderen zu vertauschen. Immer blieb ihm ein hoffnungsvolles Vertrauen, selbst da Zahlengesetze zu entdecken, wo unter den mannigfaltigsten Störungen der Attraktionskräfte (Störungen, deren Kombination wie so viel in der Natur Geschehenes und Gestaltetes wegen Unbekanntschaft mit den begleitenden Bedingungen inkalkulabel ist) die Materie sich in Planetenkugeln geballt hat, kreisend: bald einzeln, in einfachen untereinander fast parallelen, bald gruppenweise, in wunderbar verschlungenen Bahnen.

Später fand Kepler, daß er dieser neuen Planeten für sein Sonnensystem nach den Eigenschaften der fünf regelmäßigen Körper nicht bedürfe; es komme nur darauf an, den Abständen der alten Planeten eine kleine Gewalt anzutun. Die geistigen Richtungen Keplers waren den pythagoreischen und noch mehr den im Timäus ausgesprochenen Platonischen so analog, daß, so wie Plato in den sieben Planetensphären der Töne auch die Farben fand, Kepler ebenfalls eigene Versuche anstellte, um an einer verschieden erleuchteten Tafel die Farben der Planeten nachzuahmen. War doch der große, in seinen Vernunftschlüssen immer so strenge Newton ebenfalls noch geneigt, die Dimension der sieben Farben des Spektrums auf die diatonische Skala zu reduzieren. —

Bei allen Nebenplaneten ist höchst wahrscheinlich die Rotationsperiode der Periode des Umlaufs um den Hauptplaneten gleich, so daß sie alle immerdar dem letzteren dieselbe Seite zuwenden. Ungleichheiten als Folge kleiner Veränderungen im Umlaufe verursachen indes Schwankungen von 6—8 Grad (eine scheinbare Libration) sowohl in Länge als in Breite. So sehen wir z. B. nach und nach vom Erdmonde mehr als die Hälfte seiner Oberfläche: bald etwas mehr vom östlichen und nördlichen, bald etwas mehr vom westlichen oder südlichen Mondrande. Überhaupt bleiben $^3/_7$ der Oberfläche gänzlich und, wenn nicht neue, unerwartet störende Mächte eindringen, auf immer unseren Blicken entzogen. Diese kosmischen Verhältnisse mahnen unwillkürlich an fast gleiche in der intellektuellen Welt, an die Ergebnisse des Denkens, wo in dem Gebiete der tiefen Forschung über die dunkle Werkstätte der Natur und die schaffende Urkraft es ebenfalls abgewandte, unerreichbar scheinende Regionen gibt, von denen sich seit Jahrhunderten dem Menschengeschlechte von Zeit zu Zeit, bald in wahrem, bald in trügerischem Lichte erglimmend, ein schmaler Saum gezeigt hat.

Von allen planetarischen Weltkörpern erfüllen die Kometen bei der kleinsten Masse (nach einzelnen bisherigen Erfahrungen wahrscheinlich weit unter $^1/_{5000}$ der Erdmasse) mit ihren oft viele Millionen Meilen langen und weit ausgebreiteten Schweifen den größten Raum. Der lichtreflektierende Dunstkegel, den sie ausstrahlen, ist bisweilen (1680 und 1811) so lang gefunden worden als die Entfernung der Erde von der Sonne, eine Linie, welche zwei Planetenbahnen, die der Venus und des Merkur, schneidet. Es ist selbst wahrscheinlich, daß in den Jahren 1819 und 1823 unsere Atmosphäre mit dem Dunst der Kometenschweife gemischt war.

Während die sogenannten klassischen Völker des Okzidents, Griechen und Römer, wohl bisweilen den Ort angeben, wo ein Komet zuerst am Himmel gesehen ward, nie etwas über seine scheinbare Bahn, so bietet die reiche Literatur der naturbeobachtenden, alles aufzeichnenden Chinesen umständliche Notizen über die Sternbilder dar, welche jeglicher Komet durchlief. Solche Notizen reichen bis mehr denn

fünf Jahrhunderte vor der christlichen Zeitrechnung hinauf, und viele derselben werden noch heute von den Astronomen benutzt. Die vier ältesten Kometen, deren Bahn hat berechnet werden können, und zwar nach chinesischen Beobachtungen, sind die von 240 (unter Gordian III.), 539 (unter Justinian), 565 und 837. Während dieser letzte Komet, der nach du Séjour 24 Stunden lang weniger als 500000 Meilen von der Erde entfernt war, Ludwig den Frommen dermaßen erschreckte, daß er durch Stiftung von Klöstern einer drohenden Gefahr zu entgehen hoffte, verfolgten die chinesischen Astronomen ganz wissenschaftlich die Bahn des Gestirns, dessen 60° langer Schweif bald einfach, bald geteilt erschien. Der erste Komet, welcher nach europäischen Beobachtungen allein hat berechnet werden können, ist der von 1456 (der Halleysche).

Die Kometen selbst zeigen so mannigfaltige Gestalten, oft mehr dem Individuum als der Art angehörend, daß die Beschreibung einer dieser reisenden Lichtwolken (so nannten sie schon Xenophanes und Theon von Alexandrien, der Zeitgenosse des Pappus) nur mit Vorsicht auf eine andere angewendet werden kann. Die schwächsten teleskopischen Kometen sind meist ohne sichtbaren Schweif und gleichen den Herschelschen Nebelsternen. Sie bilden rundliche, matt schimmernde Nebel mit konzentrierterem Lichte gegen die Mitte. Das ist der einfachste Typus, aber darum ebensowenig ein rudimentärer Typus als der eines durch Verdampfung erschöpften alternden Weltkörpers. In den größeren Kometen unterscheidet man den Kopf oder sogenannten Kern und einen einfachen oder vielfachen Schweif, den die chinesischen Astronomen sehr charakteristisch den Besen (sui) nennen. Der Kern hat der Regel nach keine bestimmte Begrenzung, ob er gleich in seltenen Fällen wie ein Stern erster und zweiter Größe, ja bei den großen Kometen von 1402, 1532, 1577, 1744 und 1843 selbst am Tage bei hellem Sonnenschein ist leuchtend gesehen worden. Dieser letztere Umstand zeugt demnach bei einzelnen Individuen für eine dichtere, intensiver Lichtreflexion fähige Masse. Auch erschienen in Herschels großen Teleskopen nur zwei Kometen, der in Sizilien entdeckte von 1807 wie der schöne von 1811, als wohlbegrenzte

Scheiben: die eine unter einem Winkel von 1", die andere von 0",77, woraus sich der wirkliche Durchmesser von 134 und 107 Meilen (994 und 794 km) ergeben würde. Die minder bestimmt umgrenzten Kerne der Kometen von 1798 und 1805 gaben gar nur 6—7 Meilen (44—52 km) Durchmesser. Die Schweife haben sich gezeigt bald einfach, bald doppelt; doch dies selten, und (1807 und 1843) von sehr verschiedener Länge der beiden Zweige: einmal sechsfach, 1744 (bei 60° Öffnung); gerade oder gekrümmt, sei es zu beiden Seiten, nach außen (1811), oder konvex gegen die Seite hin (1618), wohin der Komet sich bewegt; auch wohl gar flammenartig geschwungen. Sie sind, wie (nach Eduard Biot) die chinesischen Astronomen schon im Jahr 837 bemerkten, in Europa aber Fracastoro und Peter Apian erst im sechzehnten Jahrhundert auf eine bestimmtere Weise verkündigten, stets von der Sonne dergestalt abgewandt, daß die verlängerte Achse durch das Zentrum der Sonne geht. Man kann die Ausströmungen als konoidische Hüllen von dickerer oder dünnerer Wandung betrachten, eine Ansicht, durch welche sehr auffallende optische Erscheinungen mit Leichtigkeit erklärt werden.

Die einzelnen Kometen sind aber nicht bloß ihrer Form nach so charakteristisch verschieden (ohne allen sichtbaren Schweif, oder mit einem von 104° Länge, wie im dritten des Jahres 1618); wir sehen sie auch in schnell aufeinanderfolgenden, veränderlichen Gestaltungsprozessen begriffen. Dieser Formenwechsel ist am genauesten und vortrefflichsten an dem Kometen von 1744 von Heinsius in Petersburg, und an dem Halleyschen Kometen bei seiner letzten Wiedererscheinung im Jahr 1835 von Bessel in Königsberg beschrieben worden. An dem der Sonne zugekehrten vorderen Teile des Kerns wurde eine mehr oder minder büschelförmige Ausströmung sichtbar. Die rückwärts gekrümmten Strahlen bildeten einen Teil des Schweifes. „Der Kern des Halleyschen Kometen und seine Ausströmungen gewährten das Ansehen einer brennenden Rakete, deren Schweif durch Zugwind seitwärts abgelenkt wird." Die vom Kopf ausgehenden Strahlen haben wir, Arago und ich, auf der Pariser Sternwarte in aufeinanderfolgenden Nächten sehr verschiedenartig gestaltet gesehen.

Ohnerachtet der Regel nach die Kometenschweife in der Sonnennähe an Größe und Glanz zunehmen und von dem Zentralkörper abgewendet liegen, so hat doch der Komet von 1823 das denkwürdige Beispiel von zwei Schweifen gegeben, deren einer der Sonne zu-, der andere von ihr abgewandt war, und die untereinander einen Winkel von 160° bildeten. Eigene Modifikationen der Polarität und die ungleichzeitige Verteilung und Leitung derselben können in diesem seltenen Falle zweierlei ungehindert fortgesetzte Ausströmungen der nebligen Materie verursacht haben.

Die wichtigste und entscheidendste Beobachtung, welche über die Natur des Kometenlichtes gemacht worden, verdanken wir Aragos Polarisationsversuchen. Sein Polariskop belehrt uns über die physische Konstitution der Sonne, wie über die Kometen; das Instrument deutet an, ob ein Lichtstrahl, der aus einer Entfernung von vielen Millionen Meilen zu uns gelangt, direktes oder reflektiertes Licht ist, ob im ersten Falle die Lichtquelle ein fester und tropfbar-flüssiger oder ein gasförmiger Körper ist. Es wurden auf der Pariser Sternwarte in demselben Apparat das Licht der Capella und das Licht des großen Kometen von 1819 untersucht. Das letztere zeigte polarisiertes, also zurückgeworfenes Licht, während der Fixstern sich, wie zu vermuten stand, als eine selbstleuchtende Sonne erwies. Das Dasein des polarisierten Kometenlichtes verkündigte sich aber nicht bloß durch Ungleichheit der Bilder; es wurde bei der Wiedererscheinung des Halleyschen Kometen im Jahr 1835 noch sicherer durch den auffallenderen Kontrast der Komplementärfarben nach der von Arago im Jahre 1811 entdeckten chromatischen Polarisation begründet. Ob außer diesem reflektierten Sonnenlichte die Kometen nicht auch eigenes Licht haben, bleibt durch jene schönen Versuche noch unentschieden. (Heute wissen wir, daß mehrere Kometen auch eigenes Licht besitzen, bei den Kometen 1882 I und II schien es vorwiegend aus glühenden Natriumdämpfen zu bestehen. D. H.) Auch in eigentlichen Planeten, der Venus z. B., ist eine selbständige Lichtentwicklung sehr wahrscheinlich.

Die so verschiedenartige Exzentrizität der elliptischen Kometenbahnen hat in neueren Zeiten (1819) zu einer glänzenden Bereicherung

unserer Kenntnis des Sonnensystems geleitet. Encke hat die Existenz eines Kometen von so kurzer Umlaufszeit entdeckt, daß er ganz innerhalb unserer Planetenbahn bleibt, ja seine größte Sonnenferne schon zwischen der Bahn der kleinen Planeten und der Jupiterbahn erreicht. Enckes Komet ist mehrmals, wenngleich schwierig (in Europa 1819, in Neu-Holland nach Rümker 1822), dem bloßen Auge sichtbar geworden. Seine Umlaufszeit ist ungefähr von 3 1/3 Jahren; aber aus der sorgfältigen Vergleichung der Wiederkehr zum Perihel hat sich die merkwürdige Tatsache ergeben, daß die Umläufe von 1786 bis 1838 sich auf die regelmäßigste Weise von Umlauf zu Umlauf verkürzt haben; nämlich in einem Zeitraum von 52 Jahren um 1 8/10 Tage. Eine so merkwürdige Erscheinung hat, um nach der sorgfältigsten Beachtung aller planetarischen Störungen Beobachtung und Rechnung in Einklang zu bringen, zu der sehr wahrscheinlichen Annahme einer in den Welträumen verbreiteten, Widerstand leistenden dunstförmigen Materie geleitet. Die Tangentialkraft wird vermindert und mit ihr die große Achse der Kometenbahn. Der Wert der Konstante des Widerstandes scheint dazu etwas verschieden vor und nach dem Durchgang durch das Perihel, was vielleicht der in der Sonnennähe veränderten Form des kleinen Nebelsternes und der Einwirkung der ungleich dichten Schichten des Weltäthers zuzuschreiben ist. Diese Tatsachen und ihre Ergründung gehören zu den interessantesten Ergebnissen der neueren Sternkunde. Wenn außerdem der Komet von Encke früher den Anstoß gegeben hat, die für alle Störungsrechnungen so wichtige Masse Jupiters einer schärferen Prüfung zu unterwerfen, so hat uns auch sein Lauf später die erste, wiewohl nur genäherte Bestimmung einer verminderten Merkurmasse verschafft.

Zu dem ersten Kometen von kurzer Umlaufszeit, Enckes Kometen von 3 1/3 Jahren, hat sich bald, 1826, ein zweiter, ebenfalls planetarischer, gesellt, dessen Sonnenferne jenseits Jupiters, doch weit diesseits der Saturnbahn liegt. Bielas Komet hat eine Umlaufszeit von 6 3/4 Jahren. Er ist noch lichtschwächer als der von Encke und rechtläufig in seiner Bewegung wie dieser, während der Halleysche Komet der Richtung aller eigentlichen Planeten entgegen kreist. Er

hat das erste sichere Beispiel eines unsere Erdbahn schneidenden Kometen dargeboten. Die Bahn des Bielaschen Kometen ist daher eine Bahn, die Gefahr bringen kann, wenn man jedes außerordentliche, in historischen Zeiten noch nicht erlebte und in seinen Folgen nicht mit Gewißheit zu bestimmende Naturphänomen gefahrbringend nennen soll. Kleine Massen, mit ungeheurer Geschwindigkeit begabt, können allerdings eine beträchtliche Kraft ausüben; aber wenn Laplace erweist, daß dem Kometen von 1770 eine Masse zuzuschreiben ist, die $^{1}/_{5000}$ der Masse der Erde noch nicht erreicht, so setzt er sogar im allgemeinen die mittlere Masse der Kometen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit tief unter $^{1}/_{100000}$ der Erdmasse (ungefähr $^{1}/_{1200}$ der Mondmasse) herab. Die zwei Kometen von kurzer Umlaufszeit schneiden sich auch untereinander in ihren Bahnen, und man hat mit Recht bemerkt, daß bei den vielen Störungen, welche so kleine Weltkörper von den Planeten erleiden, sie möglicherweise dem Erdbewohner das wunderbare kosmische Schauspiel des Kampfes, d. h. einer wechselseitigen Durchdringung, oder einer Agglutination, oder einer Zerstörung durch erschöpfende Ausströmung, gewähren könnten. Solche Ereignisse, Folgen der Ablenkung durch störende Massen oder sich primitiv kreuzender Bahnen, mag es seit Millionen von Jahren in der Unermeßlichkeit ätherischer Räume viele gegeben haben, — isolierte Begebenheiten, sowenig allgemein wirkend oder weltumgestaltend, als es in den engen irdischen Kreisen der Ausbruch oder Einsturz eines Vulkanes sind.

Ein dritter innerer Komet von kurzer Umlaufszeit ist der am 22. November 1843 auf der Pariser Sternwarte von Faye entdeckte. Seine elliptische Bahn kommt der kreisförmigen weit näher als die irgend eines bisher bekannten Kometen. Sie ist eingeschlossen zwischen den Bahnen von Mars und Saturn. Fayes Komet, der nach Goldschmidt noch über die Jupiterbahn hinausgeht, gehört also zu den sehr wenigen, deren Sonnennähe jenseits des Mars gefunden worden ist. Seine Umlaufszeit ist von $7\,^{29}/_{100}$ Jahren, und die Form seiner jetzigen Bahn verdankt er vielleicht seiner großen Annäherung an den Jupiter zu Ende des Jahres 1839.

Mit den eben genannten Weltkörpern kontrastiert eine Schar anderer Kometen, welche mehrere tausend Jahre zu ihrem nur schwer und unsicher zu bestimmenden Umlauf brauchen. So bedarf der schöne Komet von 1811 nach Argelander 3065, der furchtbar große von 1680 nach Encke über 8800 Jahre. Diese Weltkörper entfernen sich also von der Sonne 21- und 44mal weiter als Uranus, d. i. 8400 und 17600 Millionen Meilen. In so ungeheurer Entfernung wirkt noch die Anziehungskraft der Sonne; aber freilich legt der Komet von 1680 in der Sonnennähe 53 Meilen (über zwölfmalhunderttausend Fuß = 393 km), d. i. dreizehnmal mehr als die Erde, in der Sonnenferne kaum 10 Fuß (3,25 m) in der Sekunde zurück. Das ist nur dreimal mehr als die Geschwindigkeit des Wassers in unseren trägsten europäischen Flüssen; es ist die halbe Geschwindigkeit, welche ich in einem Arm des Orinoko, dem Cassiquiare, gefunden habe.

Den geringsten Abstand eines Kometen von der Erde hat der durch die Störungen, die er vom Jupiter erlitten, so berühmt gewordene Lexell-Burkardtsche Komet von 1770 erreicht. Er stand am 28. Juni nur um sechs Mondfernen von der Erde ab. Derselbe Komet ist zweimal, 1767 und 1779, durch das System der vier (jetzt 7) Jupitermonde gegangen, ohne die geringste merkbare Veränderung in ihrer so wohl ergründeten Bahn hervorzubringen.

Seit dem Erscheinen des astronomischen Teiles meines Naturgemäldes hat die Kometenwelt ein Ereignis dargeboten, dessen bloße Möglichkeit man wohl vorher kaum geahnt hatte. Der Bielasche Komet hat sich in zwei Kometen von ähnlicher Gestalt, doch ungleicher Dimension, beide mit Kopf und Schweif, geteilt. Sie haben sich, solange man sie beobachten konnte, nicht wieder vereinigt und sind gesondert fast parallel miteinander fortgeschritten. Am 19. Dezember 1845 hatte Hind in dem ungeteilten Kometen schon eine Art Protuberanz gegen Norden bemerkt, aber am 21. war noch von einer Trennung nichts zu sehen. Die schon erfolgte Trennung wurde in Nordamerika zuerst am 29. Dezember 1845, in Europa erst um die Mitte und das Ende Januar 1846 erkannt. Der neue, kleinere Komet ging nördlich voran. Der Abstand beider war anfangs 3,

später (20. Februar) nach Otto Struves interessanter Zeichnung 6 Minuten. Die Lichtstärke wechselte, so daß der allmählich wachsende Nebenkomet eine Zeitlang den Hauptkometen an Lichtstärke übertraf. Die Nebelhüllen, welche jeden der Kerne umgaben, hatten keine bestimmten Umrisse, die des größeren Kometen zeigte sogar gegen SSW. eine lichtschwache Anschwellung, aber der Himmelsraum zwischen den beiden Kometen wurde in Pulkowa ganz nebelfrei gesehen. Einige Tage später hat Leutnant Maury in Washington in einem neunzölligen Münchener Refraktor Strahlen bemerkt, welche der größere, ältere Komet dem kleineren, neueren zusandte, so daß wie eine brückenartige Verbindung eine Zeitlang entstand. Am 24. März war der kleinere Komet wegen zunehmender Lichtschwäche kaum noch zu erkennen. Man sah nur noch den größeren bis zum 16. bis 20. April, wo dann auch dieser verschwand. Ist der abgetrennte Komet uns nur unsichtbar geworden wegen Entfernung und großer Lichtschwäche oder hat er sich aufgelöst? Wird er als Begleiter wieder erkannt werden, und wird der Bielasche Komet bei anderen Wiedererscheinungen ähnliche Anomalien darbieten?

Die Entstehung eines neuen planetarischen Weltkörpers durch Teilung regt natürlich die Frage an, ob in der Unzahl um die Sonne kreisender Kometen nicht mehrere durch einen ähnlichen Prozeß entstanden sind oder noch täglich entstehen? Ob sie durch Retardation, d. h. ungleiche Geschwindigkeit im Umlauf und ungleiche Wirkung der Störungen nicht auf verschiedene Bahnen geraten können? Auch im Altertum scheinen ähnliche Vorgänge beobachtet, aber nicht hinlänglich beschrieben worden zu sein. Seneca führt nach einem, wie er freilich selbst sagt, unzuverlässigen Zeugen an, daß der Komet, welcher des Unterganges der Städte Helice und Bura beschuldigt ward, sich in zwei Teile schied. Er setzt spöttisch hinzu: Warum hat niemand zwei Kometen sich zu einem vereinigen sehen? Die chinesischen Astronomen reden von „drei gekuppelten Kometen“, die im Jahre 896 erschienen und zusammen ihre Bahn durchliefen.

Das Erscheinen vorher nicht gesehener Sterne an der Himmelsdecke, besonders wenn es ein plötzliches Erscheinen von stark funkeln-

den Sternen erster Größe ist, hat von jeher als eine Begebenheit in den Welträumen Erstaunen erregt. Es ist dies Erstaunen um so größer, als eine solche Naturbegebenheit, ein auf einmal Sichtbarwerden dessen, was vorher sich unserem Blicke entzog, aber deshalb doch als vorhanden gedacht wird, zu den allerseltensten Erscheinungen gehört. In den drei Jahrhunderten von 1500 bis 1800 sind 42 den Bewohnern der nördlichen Hemisphäre mit unbewaffnetem Auge sichtbare Kometen erschienen, also im Durchschnitt in hundert Jahren vierzehn, während für dieselben drei Jahrhunderte nur acht neue Sterne beobachtet wurden. Die Seltenheit der letzteren wird noch auffallender, wenn man größere Perioden umfaßt. Von der in der Geschichte der Astronomie wichtigen Epoche der Vollendung der Alfonsinischen Tafeln an bis zum Zeitalter von William Herschel, von 1252 bis 1800, zählt man der sichtbaren Kometen ungefähr 63, der neuen Sterne wieder nur 9; also für die Zeit, in welcher man in europäischen Kulturländern auf eine ziemlich genaue Aufzählung rechnen kann, ergibt sich das Verhältnis der neuen Sterne zu den ebenfalls mit bloßen Augen sichtbaren Kometen wie 1 zu 7. Wenn man die nach den Verzeichnissen des Matuan-lin in China beobachteten neu erschienenen Sterne sorgfältig von den sich schweiflos bewegenden Kometen trennt und bis anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung hinaufsteigt, können in fast 2000 Jahren in allem kaum 20 bis 22 solcher Erscheinungen mit einiger Sicherheit aufgeführt werden.

Durch die Erzählung eines Augenzeugen und bei einem einzelnen Beispiele verweilend, will ich die Lebendigkeit des Eindrucks schildern, welchen der Anblick eines neuen Sternes hervorbringt. Als ich, sagt Tycho Brahe, von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich in dem anmutig gelegenen ehemaligen Kloster Herritzwadt bei meinem Onkel Steno Bille, und hatte die Gewohnheit, erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Kassiopeia einen strahlenden Fixstern von nie gesehener Größe. In der Aufregung

glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sei, und um das Zeugnis anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auflodernden Stern ebenso sähen als ich. Später habe ich erfahren, daß in Deutschland Fuhrleute und „anderes gemeines Volk" die Astronomen erst auf die große Erscheinung am Himmel aufmerksam machten, „was dann (wie bei den nicht vorher angekündigten Kometen) die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte".

„Den neuen Stern," fährt Tycho fort, „fand ich ohne Schweif, von keinem Nebel umgeben, allen anderen Fixsternen völlig gleich, nur noch stärker funkelnd als Sterne erster Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Leier und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleichsetzen, wenn sie der Erde am nächsten steht (wo dann nur ihr vierter Teil erleuchtet ist). Menschen, die mit scharfen Augen begabt sind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage selbst in der Mittagsstunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle anderen Sterne verschleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dicke gesehen. Abstände von anderen nahen Sternen der Kassiopeia, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von seiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im Dezember 1572 fing die Lichtstärke an, abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter. Fortgesetzte photometrische Schätzungen gaben für Februar und März Gleichheit mit Sternen erster Ordnung, für April und Mai Lichtglanz von Sternen 2., für Juli und August 3., für Oktober und November 4. Größe. Gegen den Monat November war der neue Stern nicht heller als der 11. im unteren Teil der Stuhllehne der Kassiopeia. Der Übergang zur 5. und 6. Größe fand vom Dezember 1573 bis Februar 1574 statt. Im folgenden Monat verschwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet, spurlos für das bloße Auge." (Das Fernrohr wurde erst 37 Jahre später erfunden.)

Wie die Helligkeit, so veränderte sich auch die Farbe. Bei

seinem Erscheinen, solange er den Lichtglanz der Venus und des Jupiter hatte, war er zwei Monate lang weiß, dann ging er durch die gelbe Farbe in die rote über. Im Frühjahr 1573 vergleicht ihn Tycho mit Mars, dann findet er ihn fast mit der rechten Schulter des Orion (mit Beteigeuze) vergleichbar. Am meisten glich seine Farbe der roten Färbung des Aldebaran. Im Frühjahr 1573, besonders im Mai, kehrte die weißliche Farbe zurück. So blieb er im Januar 1574 fünfter Größe und weiß, doch mit einer mehr getrübten Weiße und im Verhältnis zur Lichtschwäche auffallend stark funkelnd, bis zum allmählichen völligen Verschwinden im Monat März 1574. (In der Diskussion über die Periodizität — das Wiedererscheinen nach vielen Jahrhunderten — dieses Sterns stieg Cardanus bis zu dem Stern der Magier hinauf, welcher mit dem Stern von 1527 identisch sein sollte. Ideler glaubt nach seinen Konjunktionsberechnungen des Saturn mit Jupiter und nach gleichen Vermutungen, die Kepler bei dem Erscheinen des neuen Sterns im Schlangenträger von 1604 ausgesprochen, daß der Stern der Weisen aus dem Morgenlande nicht ein einzelner großer Stern, sondern eine merkwürdige Gestirnstellung, die große Annäherung zweier hellglänzenden Planeten zu weniger als einer Mondbreite, gewesen sei.)

Die Dauer des Leuchtens neuer Sterne ist die kürzeste gewesen in den Jahren 389, 827 und 1012. In dem ersten der genannten Jahre war sie 3 Wochen, in dem zweiten 4, in dem dritten 3 Monate. Dagegen hat Keplers Stern im Schwan (1600) volle 21 Jahre bis zu seinem Verschwinden geleuchtet. Er erschien wieder 1655, und zwar wie beim ersten Auflodern in 3. Größe, um bis zur 6. zu schwinden, ohne nach Argelanders Beobachtungen in die Klasse periodisch veränderlicher Sterne zu treten.

Das Verschwinden der Weltkörper an den Orten, wo man sie ehemals bestimmt gesehen, kann so gut die Folge eigener Bewegung als eine solche Schwächung des Lichtprozesses auf der Oberfläche oder in der Photosphäre sein, daß die Lichtwellen unser Sehorgan nicht mehr hinlänglich anregen. Was wir nicht mehr sehen, ist darum nicht untergegangen. Die Idee der Zerstörung, des Aus-

brennens von unsichtbar werdenden Sternen gehört der tychonischen Zeit an. Der ewige scheinbare Weltwechsel des Werdens und Vergehens ist nicht Vernichtung, sondern Übergang der Stoffe in neue Formen, in Mischungen, die neue Prozesse bedingen. Dunkle Weltkörper können durch einen erneuerten Lichtprozeß plötzlich wieder aufstrahlen.

Das am frühesten genau beobachtete Beispiel eines veränderlichen Sterns mit bekannter Periodizität ward (1638) durch Mira Ceti, einen Stern am Halse des Walfisches, dargeboten. Der ostfriesische Pfarrer David Fabricius, der Vater des Entdeckers der Sonnenflecken, hatte allerdings schon 1596 den Stern am 13. August als einen 3. Größe beobachtet und im Oktober desselben Jahres verschwinden sehen. Den alternierend wiederkehrenden Lichtwechsel, die periodische Veränderlichkeit entdeckte erst 42 Jahre später ein Professor von Franeker, Johann Phocylides Holwarda. (Die Lichtzunahme dauerte bis zu 67, die Lichtabnahme bis zu 91 Tagen und geht von der 2. Größe bis zur 11., ja bis zum Verschwinden herab.)

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine sind mit großer Wahrscheinlichkeit als kleine, mit planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende Massen zu betrachten, welche im Weltraume nach den Gesetzen der allgemeinen Schwere in Kegelschnitten um die Sonne kreisen. Wenn diese Massen in ihrem Laufe der Erde begegnen und, von ihr angezogen, an den Grenzen unserer Atmosphäre leuchtend werden, so lassen sie öfters mehr oder minder erhitzte, mit einer schwarzen glänzenden Rinde überzogene, steinartige Fragmente herabfallen.

Was die formbildende Kraft, was der physische und chemische Prozeß in diesen Erscheinungen ist; ob die Teilchen, welche die dichte Masse des Meteorsteines bilden, ursprünglich, wie in dem Kometen, dunstförmig voneinander entfernt liegen und sich erst dann, wenn sie für uns zu leuchten beginnen, innerhalb der flammenden Feuerkugeln zusammenziehen; was in der schwarzen Wolke vorgeht, in der es minutenlang donnert, ehe die Steine herabstürzen; ob auch aus den kleinen Sternschnuppen wirklich etwas Kompaktes oder nur ein höhenrauchartiger, eisen- und nickelhaltiger Meteorstaub niederfällt;

das alles ist bis jetzt in großes Dunkel gehüllt. Die größten Meteormassen, die wir bisher kennen: die brasilianische von Bahia und die von Otumpa in Chaco, welche Rubi de Celis beschrieben, haben 7 bis 7½ Fuß (2,27 bis 2,43 m) Länge. Der in dem ganzen Altertum so berühmte, schon in der Parischen Marmorchronik bezeichnete Meteorstein von Agos Potamoi (gefallen fast in dem Geburtsjahre des Sokrates) wird sogar als von der Größe zweier Mühlsteine und dem Gewicht einer vollen Wagenlast beschrieben. Trotz der vergeblich angewandten Bemühungen des afrikanischen Reisenden Browne, habe ich nicht die Hoffnung aufgegeben, man werde einst diese, so schwer zerstörbare thrazische Meteormasse in einer den Europäern jetzt sehr zugänglichen Gegend (nach 2312 Jahren) wieder auffinden. Der im Anfang des 10. Jahrhunderts in den Fluß bei Narni gefallene ungeheure Aerolith ragte, wie ein von Pertz aufgefundenes Dokument bezeugt, eine volle Elle hoch über dem Wasser hervor.

Was herabfällt, hat übrigens, selbst dann, wenn die innere Zusammensetzung chemisch noch verschieden ist, fast immer den eigentümlichen Charakter eines Fragments, oft eine prismatoidische oder verschobene Pyramidalform, mit breiten, etwas gebogenen Flächen und abgerundeten Ecken. Woher aber diese, von Schreibers zuerst erkannte Form eines abgesonderten Stückes in einem retorierenden planetarischen Körper? Auch hier, wie in der Sphäre des organischen Lebens, ist alles dunkel, was der Entwickelungsgeschichte angehört.

Kann aus dem Weltraum sich etwas Gasartiges unserem Luftkreise beimischen und meteorologische Veränderungen hervorbringen? Newton hat die Frage meist bejahend berührt. Wenn man Sternschnuppen und Meteorsteine für planetarische Asteroiden hält, so darf man wohl die Vermutung wagen, daß mit den Strömen des sogenannten Novemberphänomens, wo 1799, 1833 und 1834 Myriaden von Sternschnuppen das Himmelsgewölbe durchkreuzten, ja Nordlichterscheinungen gleichzeitig beobachtet wurden, der Luftkreis etwas aus dem Weltraum empfangen hat, das ihm fremd war und elektromagnetische Prozesse anregen konnte.

Die Höhe der Sternschnuppen, d. h. des Anfangs und Endes ihrer Sichtbarkeit, ist überaus verschieden, und schwankt zwischen 4 und 35 Meilen (30 und 260 km). Die relative Geschwindigkeit der Bewegung ist 4½ bis 9 Meilen (33 bis 66,7 km) in der Sekunde, also der der Planeten gleich (die Erde hat nur eine Translationsgeschwindigkeit von 4,1 Meilen).

Die Sternschnuppen fallen entweder vereinzelt und selten, also sporadisch, oder in Schwärmen zu vielen Tausenden; die letzteren Fälle (arabische Schriftsteller vergleichen sie mit Heuschreckenscharen) sind periodisch und bewegen sich in Strömen von meist paralleler Richtung. Unter den periodischen Schwärmen sind bis jetzt die berühmtesten geworden das sogenannte November-Phänomen (12. bis 14. November), und das des Festes des heil. Laurentius (10. August), dessen „feuriger Tränen" in England schon längst in einem Kirchenkalender wie in alten Traditionen als einer wiederkehrenden meteorologischen Begebenheit gedacht wird. Unerachtet bereits in der Nacht vom 12.—13. November 1823 nach Klöden in Potsdam, und 1832 in ganz Europa, von Portsmouth bis Orenburg am Uralflusse, ja selbst in der südlichen Hemisphäre in Ile de France, ein großes Gemisch von Sternschnuppen und Feuerkugeln der verschiedensten Größe gesehen worden war, so leitete doch eigentlich erst der ungeheure Sternschnuppenschwarm, den Olmsted und Palmer in Nordamerika am 12.—13. November 1833 beobachteten und in dem an einem Orte, wie Schneeflocken zusammengedrängt, während neun Stunden wenigstens 240000 fielen, auf die Periodizität der Erscheinung, auf die Idee, daß große Sternschnuppenschwärme an gewisse Tage geknüpft sind. Palmer in New Haven erinnerte sich des Meteorfalls von 1799, den Ellicot und ich zuerst beschrieben haben; und von dem durch die Zusammenstellung des Beobachteten, welche ich gegeben, erwiesen worden ist, daß er im neuen Kontinent gleichzeitig vom Äquator bis zu Neu-Herrnhut in Grönland (Br. 46° 14′) zwischen 46° und 82° der Länge gesehen wurde. Man erkannte mit Erstaunen die Identität der Zeitepoche. Der Strom, der am ganzen Himmelsgewölbe am 12.—13. November 1833 von Jamaika bis Boston (Br. 40° 21′)

gesehen wurde, wiederholte sich 1834 in der Nacht vom 13.—14. November in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, doch mit etwas geringerer Intensität. In Europa hat sich seine Periodizität seitdem mit großer Regelmäßigkeit bestätigt.

Ein zweiter, ebenso regelmäßig eintretender Sternschnuppenschwarm als das November-Phänomen ist der des Augustmonats, der Strom des heil. Laurentius (9.—14. August). Muschenbroek hatte schon in der Mitte des 18. Jahrhunderts auf die Häufigkeit der Meteore im Augustmonat aufmerksam gemacht; aber ihre periodisch sichere Wiederkehr um die Epoche des Laurentiusfestes haben erst Quetelet, Olbers und Benzenberg erwiesen. Man wird mit der Zeit gewiß noch andere periodisch wiederkehrende Ströme entdecken, vielleicht um den 22.—25. April, wie zwischen dem 6.—12. Dezember, und wegen der von Capocci aufgezählten wirklichen Aerolithenfälle am 27.—29. November oder 17. Juli.

Die chinesischen Annalen, in denen neben der Erscheinung von Kometen auch große Sternschnuppenschwärme angegeben werden, reichen bis über die Zeiten des Tyrtäus oder des zweiten messenischen Krieges hinaus. Sie beschreiben zwei Ströme im Märzmonat, deren einer 687 Jahre älter als unsere christliche Zeitrechnung ist. Eduard Biot hat schon bemerkt, daß unter den 52 Erscheinungen, welche er in den chinesischen Annalen gesammelt, die am häufigsten wiederkehrenden die wären, welche dem 20.—22. Juli (a. St.) nahe liegen und daher wohl der jetzt vorgerückte Strom des heil. Laurentius sein könnten. Ist der von Boguslawski dem Sohne in Benessi de Horowic Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefundene Sternschnuppenfall vom 21. Oktober 1366 (a. St.) unser jetziges November-Phänomen, aber damals bei hellem Tage gesehen, so lehrt die Fortrückung in 477 Jahren, daß dies Sternschnuppensystem (d. i. sein gemeinschaftlicher Schwerpunkt) eine rückläufige Bahn um die Sonne beschreibt.

Die festen Massen, welche man bei Nacht aus Feuerkugeln, bei Tage und meist bei heiterem Himmel, aus einem kleinen dunkeln Gewölk unter vielem Getöse und beträchtlich erhitzt (doch nicht rot-

glühend) zur Erde fallen sieht, zeigen im ganzen, ihrer äußeren Form, der Beschaffenheit ihrer Rinde und der chemischen Zusammensetzung ihrer Hauptbestandteile nach, eine unverkennbare Übereinstimmung. Sie zeigen dieselbe durch alle Jahrhunderte und in den verschiedensten Regionen der Erde, in denen man sie gesammelt hat. Aber eine so auffallende und früh behauptete physiognomische Gleichheit der dichten Meteormassen leidet im einzelnen mancherlei Ausnahmen. Wie verschieden sind die leicht schmiedbaren Eisenmassen von Hradschina im Agramer Komitate, oder die von den Ufern des Sisim in dem Jenisseisker Gouvernement, welche durch Pallas berühmt geworden sind, oder die, welche ich aus Mexiko mitgebracht, Massen, die alle $^{96}/_{100}$ Eisen enthalten, von den Aerolithen von Siena, deren Eisengehalt kaum $^{2}/_{100}$ beträgt, von dem erdigen, in Wasser zerfallenden Meteorstein von Alais (im Departement du Gard), und von Jonzac und Juvenas, die ohne metallisches Eisen, ein Gemenge oryktognostisch unterscheidbarer, kristallinisch gesonderter Bestandteile darbieten! Diese Verschiedenheiten haben auf die Einteilung der kosmischen Massen in zwei Klassen: nickelhaltiges Meteoreisen und fein- oder grobkörnige Meteorsteine, geführt. Sehr charakteristisch ist die nur einige Zehntel einer Linie dicke, oft pechartig glänzende, bisweilen geäderte Rinde. Sie hat bisher, soviel ich weiß, nur im Meteorstein von Chantonnay in der Vendée gefehlt, der dagegen, was ebenso selten ist, Poren und Blasenräume wie der Meteorstein von Juvenas zeigt. Überall ist die schwarze Rinde von der hellgrauen Masse ebenso scharf abgeschnitten als der schwarze bleifarbige Überzug der weißen Granitblöcke, die ich aus den Katarakten des Orinoko mitgebracht und die auch vielen Katarakten anderer Erdteile (z. B. dem Nil- und dem Kongoflusse) eigen sind. Im stärksten Feuer der Porzellanöfen kann man nichts hervorbringen, was der so rein von der unveränderten Grundmasse abgeschiedenen Rinde der Aerolithen ähnlich wäre. Man will zwar hie und da etwas bemerkt haben, was auf das Einkneten von Fragmenten könnte schließen lassen; aber im allgemeinen deuten die Beschaffenheit der Grundmasse, der Mangel von Abplattung durch

den Fall und die nicht sehr beträchtliche Erhitzung bei erster Berührung des eben gefallenen Meteorsteins keineswegs auf das Geschmolzensein des Inneren in dem schnell zurückgelegten Wege von der Grenze der Atmosphäre zur Erde hin.

Die chemischen Elemente, aus denen die Meteormassen bestehen und über welche Berzelius ein so großes Licht verbreitet hat, sind dieselben, welche wir zerstreut in der Erdrinde antreffen: 8 Metalle (Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Arsenik und Zinn), 5 Erdarten: Kali und Natron, Schwefel, Phosphor und Kohle (neuerdings auch Silikate, Kohlenstoff, Chlor und selbst Wasserstoff nachgewiesen); im ganzen 1/5 aller uns bisher bekannten sogenannten einfachen Stoffe. Trotz dieser Gleichheit der letzten Bestandteile, in welche unorganische Körper chemisch zersetzt werden, hat das Ansehen der Meteormassen doch durch die Art der Zusammensetzung ihrer Bestandteile im allgemeinen etwas Fremdartiges, den irdischen Gebirgsarten und Felsmassen Unähnliches.

Wundersame, nicht durch vulkanische Asche oder Höhenrauch (Moorrauch) erklärbare Verfinsterungen der Sonnenscheibe, während Sterne bei vollem Mittag zu sehen waren (wie die dreitägige Verfinsterung im Jahre 1547 um die Zeit der verhängnisvollen Schlacht bei Mühlberg), wurden von Kepler bald einer materia cometica, bald einem schwarzen Gewölk, das rußige Ausdünstungen des Sonnenkörpers erzeugen, zugeschrieben. Kürzere, drei- und sechsstündige Verdunkelungen in den Jahren 1090 und 1203 erklärten Chladni und Schnurrer durch vorbeiziehende Meteormassen. Seitdem die Sternschnuppenströme, nach der Richtung ihrer Bahn, als ein geschlossener Ring betrachtet werden, sind die Epochen jener rätselhaften Himmelserscheinungen in einen merkwürdigen Zusammenhang mit den regelmäßig wiederkehrenden Sternschnuppenschwärmen gesetzt worden. Adolf Erman hat mit vielem Scharfsinn und genauer Zergliederung der bisher gesammelten Tatsachen auf das Zusammentreffen der Konjunktion der Sonne sowohl mit den August-Asteroiden (7. Februar) als mit den November-Asteroiden (12. Mai, um die Zeit der im Volksglauben verrufenen kalten Tage Mamertus, Pankratius und Servatius) aufmerksam gemacht.

Die griechischen Naturphilosophen, der größeren Zahl nach wenig zum Beobachten geneigt, aber beharrlich und unerschöpflich in der vielfältigsten Deutung des Halbwahrgenommenen, haben über Sternschnuppen und Meteorsteine Ansichten hinterlassen, von denen einige mit den jetzt ziemlich allgemein angenommenen von dem kosmischen Vorgange der Erscheinungen auffallend übereinstimmen. „Sternschnuppen", sagt Plutarch im Leben des Lysander, „sind nach der Meinung einiger Physiker nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welches unmittelbar nach der Entzündung und Entflammung der Luft in der oberen Region sich in Menge aufgelöst habe; sie sind vielmehr ein Fall himmlischer Körper, dergestalt, daß sie durch eine gewisse Nachlassung der Schwungkraft und durch den Wurf einer unregelmäßigen Bewegung herabgeschleudert werden, nicht bloß nach der bewohnten Erde, sondern auch außerhalb in das große Meer, weshalb man dann sie nicht findet." Noch deutlicher spricht sich Diogenes von Apollonia aus. Nach seiner Ansicht „bewegten sich, zusammen mit den sichtbaren, unsichtbare Sterne, die eben deshalb keine Namen haben. Diese fallen oft auf die Erde herab und erlöschen, wie der bei Ägos Potamoi feurig herabgefallene steinerne Stern." Der Apolloniate, welcher auch alle übrigen Gestirne (die leuchtenden) für bimssteinartige Körper hält, gründete wahrscheinlich seine Meinung von Sternschnuppen und Meteormassen auf die Lehre des Anaxagoras von Klazomenä, der sich alle Gestirne (alle Körper im Weltraume) „als Felsstücke" dachte, „die der feurige Äther in der Stärke seines Umschwunges von der Erde abgerissen und, entzündet, zu Sternen gemacht habe." In der ionischen Schule fielen also, nach der Deutung des Diogenes von Apollonia, wie sie uns überliefert worden ist, Aerolithen und Gestirne in eine und dieselbe Klasse. Beide sind der ersten Entstehung nach gleich tellurisch, aber nur in dem Sinne, als habe die Erde als Zentralkörper einst um sich her alles so gebildet, wie, nach unseren heutigen Ideen, die Planeten eines Systems aus der erweiterten Atmosphäre eines anderen Zentralkörpers, der Sonne, entstehen. Diese Ansichten sind also nicht mit dem zu ver-

wechseln, was man gemeinhin tellurischen oder atmosphärischen Ursprung der Metorsteine nennt, oder gar mit der wunderbaren Vermutung des Aristoteles, nach welcher die ungeheure Masse von Agos Potamoi durch Sturmwinde gehoben worden sei.

Eine vornehm tuende Zweifelsucht, welche Tatsachen verwirft, ohne sie ergründen zu wollen, ist in einzelnen Fällen fast noch verderblicher als unkritische Leichtgläubigkeit. Beide hindern die Schärfe der Untersuchung. Obgleich seit dritthalbtausend Jahren die Annalen der Völker von Steinfällen erzählen, mehrere Beispiele derselben durch unverwerfliche Augenzeugen außer allen Zweifel gesetzt waren, die Bätylien einen wichtigen Teil des Meteorkultus der Alten ausmachten, und die Begleiter von Cortes in Cholula den Aerolithen sahen, welcher auf die nahe Pyramide gefallen war; obgleich Kalifen und mongolische Fürsten sich von frischgefallenen Meteorsteinen hatten Schwerter schmieden lassen, ja Menschen durch vom Himmel gefallene Steine erschlagen wurden (ein Frate zu Crema am 4. September 1511, ein anderer Mönch in Mailand 1650, zwei schwedische Matrosen auf einem Schiffe 1674), so ist doch bis auf Chladni, der schon durch die Entdeckung seiner Klangfiguren sich ein unsterbliches Verdienst um die Physik erworben hatte, ein so großes kosmisches Phänomen fast unbeachtet, in seinem innigen Zusammenhange mit dem übrigen Planetensysteme unerkannt geblieben. Wer aber durchdrungen ist von dem Glauben an diesen Zusammenhang, den kann, wenn er für geheimnisvolle Natureindrücke empfänglich ist, nicht etwa bloß die glänzende Erscheinung der Meteorschwärme, wie im November-Phänomen und in der Nacht des heil. Laurentius, sondern auch jeder einsame Sternenschuß mit ernsten Betrachtungen erfüllen. Hier tritt plötzlich Bewegung auf mitten in dem Schauplatz nächtlicher Ruhe. Es belebt und es regt sich auf Augenblicke in dem stillen Glanze des Firmaments. Wo mit mildem Lichte die Spur des fallenden Sternes aufglimmt, versinnlicht sie am Himmelsgewölbe das Bild einer meilenlangen Bahn; die brennenden Asteroiden erinnern uns an das Dasein eines überall stofferfüllten Weltraums. Vergleichen wir das Volum des innersten Saturntrabanten oder

das der Ceres mit dem ungeheuren Volum der Sonne, so verschwinden in unserer Einbildungskraft die Verhältnisse von groß und klein. Schon das Verlöschen plötzlich auflodernder Gestirne in der Kassiopeia, im Schwan und im Schlangenträger führt zu der Annahme dunkler Weltkörper. In kleine Massen geballt, kreisen die Sternschnuppen-Asteroiden um die Sonne, durchschneiden kometenartig die Bahnen der leuchtenden großen Planeten und entzünden sich, der Oberfläche unseres Dunstkreises nahe oder in den obersten Schichten desselben.

Mit allen anderen Weltkörpern, mit der ganzen Natur jenseits unserer Atmosphäre stehen wir nur im Verkehr mittels des Lichtes, mittels der Wärmestrahlen, die kaum vom Lichte zu trennen sind, und durch die geheimnisvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen nach der Quantität ihrer Körperteile auf unseren Erdball, auf den Ozean und die Luftschichten ausüben. Eine ganz andere Art des kosmischen, recht eigentlich materiellen Verkehrs erkennen wir im Fall der Sternschnuppen und der Meteorsteine, wenn wir sie für planetarische Asteroiden halten. Es sind nicht mehr Körper, die aus der Ferne bloß durch Erregung von Schwingungen leuchtend oder wärmend einwirken, oder durch Anziehung bewegen oder bewegt werden: es sind materielle Teile selbst, welche aus dem Weltraume in unsere Atmosphäre gelangen und unserem Erdkörper verbleiben. Wir erhalten durch einen Meteorstein die einzig mögliche Berührung von etwas, das unserem Planeten fremd ist. Gewöhnt, alles Nichttellurische nur durch Messung, durch Rechnung, durch Vernunftschlüsse zu kennen, sind wir erstaunt, zu betasten, zu wiegen, zu zersetzen, was der Außenwelt angehört. So wirkt auf unsere Einbildungskraft eine reflektierende, geistige Belebung der Gefühle, da wo der gemeine Sinn nur verlöschende Funken am heiteren Himmelsgewölbe, wo er im schwarzen Steine, der aus der krachenden Wolke herabstürzt, nur das rohe Produkt einer wilden Naturkraft sieht.

Wenn die Asteroidenschwärme durch ihre geringe Masse und die Mannigfaltigkeit ihrer Bahnen sich gewissermaßen den Kometen anschließen, so unterscheiden sie sich dagegen wesentlich dadurch, daß wir ihre Existenz fast nur in dem Augenblick ihrer Zerstörung kennen

lernen, wenn sie, von der Erde gefesselt, leuchtend werden und sich entzünden. Um aber das Ganze von dem zu umfassen, was zu unserem seit der Entdeckung der kleinen Planeten, der inneren Kometen von kurzem Umlaufe und der Meteorasteroiden so kompliziert und formenreich erscheinenden Sonnensysteme gehört, bleibt uns der Ring des Tierkreislichtes übrig. Wer jahrelang in der Palmenzone gelebt hat, dem bleibt eine liebliche Erinnerung von dem milden Glanze, mit dem das Tierkreislicht, pyramidal aufsteigend, einen Teil der immer gleich langen Tropennächte erleuchtet. Ich habe es, und zwar nicht bloß in der dünnen und trockenen Atmosphäre der Andesgipfel auf zwölf- oder vierzehntausend Fuß (3900—4450 m) Höhe, sondern auch in den grenzenlosen Grasfluren (Llanos) von Venezuela, wie am Meeresufer unter dem ewig heiteren Himmel von Cumana bisweilen intensiv leuchtender als die Milchstraße im Schützen gesehen. Von einer ganz besonderen Schönheit war die Erscheinung, wenn kleines duftiges Gewölk sich auf dem Zodiakallichte projizierte und sich malerisch abhob von dem erleuchteten Hintergrunde. Eine Stelle meines Tagebuches auf der Schiffahrt von Lima nach der westlichen Küste von Mexiko gedenkt dieses Luftbildes: „Seit drei oder vier Nächten (zwischen 10° und 14° nördlicher Breite) sehe ich das Zodiakallicht in einer Pracht, wie es mir nie noch erschienen ist. In diesem Teile der Südsee ist, auch nach dem Glanze der Gestirne und Nebelflecke zu urteilen, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wundervoll groß. Vom 14. bis 19. März war sehr regelmäßig, 3/4 Stunden nachdem die Sonnenscheibe sich in das Meer getaucht hatte, keine Spur vom Tierkreislichte zu sehen, obgleich es völlig finster war. Eine Stunde nach Sonnenuntergang wurde es auf einmal sichtbar, in großer Pracht zwischen Aldebaran und den Plejaden am 18. März 39° 5′ Höhe erreichend. Schmale, langgedehnte Wolken erscheinen zerstreut in lieblichem Blau, tief am Horizont, wie vor einem gelben Teppich. Die oberen spielen von Zeit zu Zeit in bunten Farben. Man glaubt, es sei ein zweiter Untergang der Sonne. Gegen diese Seite des Himmelsgewölbes hin scheint uns dann die Helligkeit der Nacht zuzunehmen, fast wie im ersten Viertel des Mondes. Gegen 10 Uhr war

das Zodiakallicht hier in der Südsee gewöhnlich schon sehr schwach, um Mitternacht sah ich nur eine Spur desselben. Wenn es den 16. März am stärksten leuchtete, so ward gegen Osten ein Gegenschein von mildem Lichte sichtbar.“ In unserer trüben, sogenannten gemäßigten, nördlichen Zone ist das Tierkreislicht freilich nur im Anfang des Frühlings nach der Abenddämmerung über dem westlichen, am Ende des Herbstes vor der Morgendämmerung über dem östlichen Horizonte deutlich sichtbar.

Es ist schwer zu begreifen, wie eine so auffallende Naturerscheinung erst um die Mitte des 17. Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Physiker und Astronomen auf sich gezogen hat: wie dieselbe den vielbeobachtenden Arabern im alten Baktrien, am Euphrat und im südlichen Spanien hat entgehen können. Fast gleiche Verwunderung erregt die späte Beobachtung der erst von Simon Marius und Huygens beschriebenen Nebelflecke in der Andromeda und im Orion. Die erste ganz deutliche Beschreibung des Zodiakallichts ist in Childreys Britannia Baconica vom Jahr 1661 enthalten; die erste Beobachtung mag zwei oder drei Jahre früher gemacht worden sein; doch bleibt dem Dominikus Cassini das unbestreitbare Verdienst, zuerst (im Frühjahr 1683) das Phänomen in allen seinen räumlichen Verhältnissen ergründet zu haben. Was er 1668 zu Bologna, und zu derselben Zeit der berühmte Reisende Chardin in Persien sahen (die Hofastrologen zu Ispahan nannten das von ihnen nie zuvor gesehene Licht nyzek, eine kleine Lanze), war nicht, wie man oft behauptet hat, das Tierkreislicht, sondern der ungeheure Schweif eines Kometen, dessen Kopf sich in den Dünsten des Horizonts verbarg, und der selbst der Lage und Erscheinung nach viel ähnliches mit dem großen Kometen von 1843 hatte. Mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit kann man vermuten, daß das merkwürdige, von der Erde pyramidal aufsteigende Licht, welches man auf der Hochebene von Mexiko 1509 vierzig Nächte lang am östlichen Himmel beobachtete und dessen Erwähnung ich in einem altaztekischen Manuskripte der kgl. Pariser Bibliothek, im Codex Telleriano Remensis, aufgefunden habe, das Tierkreislicht war.

Es ist mit vieler Wahrscheinlichkeit als materielle Ursache des

Zodiakallichts die Existenz eines zwischen der Venus- und Marsbahn frei im Weltraum kreisenden, sehr abgeplatteten Ringes dunstartiger Materie zu betrachten. Von seinen eigentlichen körperlichen Dimensionen, von seiner Vergrößerung durch Ausströmung der Schweife vieler Myriaden von Kometen, die in die Sonnennähe kommen, von der sonderbaren Veränderlichkeit seiner Ausdehnung, da er bisweilen sich nicht über unsere Erdbahn hinaus zu erstrecken scheint, endlich von seinem mutmaßlichen inneren Zusammenhange mit dem in der Nähe der Sonne mehr kondensierten Weltdunste ist wohl für jetzt nichts Sicheres zu berichten.

Unsere Sonne kann in Beziehung auf alle wiederkehrenden, zu ihr gehörigen großen und kleinen, dichten und fast nebelartigen Weltkörper als ruhend betrachtet werden, doch um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des ganzen Systemes kreisend, welcher bisweilen in sie selbst fällt, d. h. trotz der veränderlichen Stellung der Planeten bisweilen in ihrem körperlichen Umfange beharrt. Ganz verschieden von dieser Erscheinung ist die translatorische Bewegung der Sonne, die fortschreitende Bewegung des Schwerpunkts des ganzen Sonnensystems im Weltraume. Sie geschieht mit einer solchen Schnelligkeit, daß, nach Bessel, die relative Bewegung der Sonne und des 61. Sterns im Schwan nicht minder, in einem Tage, als 834 000 geographische Meilen (6 188 650 km) beträgt. Dieser Ortsveränderung des ganzen Sonnensystems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen astronomischen Meßinstrumente und durch die Fortschritte der beobachtenden Astronomie unser Fortrücken an fernen Sternen, wie an Gegenständen eines scheinbar bewegten Ufers, merklich würde. Die eigene Bewegung des 61. Sterns im Sternbild des Schwans z. B. ist so beträchtlich, daß sie in 700 Jahren schon bis zu einem ganzen Grade wird angewachsen sein.

Nach der vortrefflichen Untersuchung von Argelander, der (in Abo) die von Wilhelm Herschel und Prevost unternommene Arbeit erweitert und ansehnlich vervollkommnet hat, bewegt sich die Sonne gegen das Sternbild des Herkules.

Die bisher gesammelten Tatsachen machen es nicht notwendig,

anzunehmen, daß alle Teile unserer Sternenschicht oder gar der gesamten Sterneninseln, welche den Weltraum füllen, sich um einen großen, unbekannten, leuchtenden oder dunkeln Zentralkörper bewegen. Das Streben nach den letzten und höchsten Grundursachen macht freilich die reflektierende Tätigkeit des Menschen wie seine Phantasie zu einer solchen Annahme geneigt. Schon der Stagirite hatte ausgesprochen, daß „alles, was bewegt wird, auf ein Bewegendes zurückführe, und es nur ein unendliches Verschieben der Ursachen wäre, wenn es nicht ein erstes unbeweglich Bewegendes gäbe."

Die gruppenweise so mannigfaltigen Ortsveränderungen der Gestirne, nicht die parallaktischen, der Ortsveränderung des Beobachters unterworfenen, sondern die wirklichen, im Weltraum unausgesetzt fortschreitenden, offenbaren uns auf das unwidersprechlichste durch eine Klasse von Erscheinungen, durch die Bewegung der Doppelsterne, durch das Maß ihrer langsameren oder schnelleren Bewegung in verschiedenen Teilen ihrer elliptischen Bahnen, das Walten der Gravitationsgesetze auch jenseits unseres Sonnensystems, in den fernsten Regionen der Schöpfung. Die menschliche Neugier braucht nicht mehr auf diesem Felde in unbestimmten Vermutungen, in der ungemessenen Ideenwelt der Analogien Befriedigung zu suchen. Sie ist durch die Fortschritte der beobachtenden und rechnenden Astronomie endlich auch hier auf sicheren Boden gelangt. Es ist nicht sowohl die Erstaunen erregende Zahl der bereits aufgefundenen, um einen außer ihnen liegenden Schwerpunkt kreisenden, doppelten und vielfachen Sterne (an 6000); es sind die Erweiterung unseres Wissens von den Grundkräften der ganzen Körperwelt, die Beweise von der allverbreiteten Herrschaft der Massenanziehung, welche zu den glänzendsten Entdeckungen unserer Epoche gehören.

In bezug auf eigene Bewegung im Weltraume gehört unsere Sonne nach Argelander in die Klasse der stark bewegten Fixsterne.

Der Anblick des gestirnten Himmels, die relative Lage der Sterne und Nebelflecke wie die Verteilung ihrer Lichtmassen, die landschaftliche Anmut des ganzen Firmaments, wenn ich mich eines solchen Ausdrucks bedienen darf, hangen im Lauf der Jahr-

tausende gleichmäßig ab von der eigenen wirklichen Bewegung der Gestirne und Lichtnebel, von der Translation unseres Sonnensystems im Weltraume, von dem einzelnen Auflodern neuer Sterne und dem Verschwinden oder der plötzlich geschwächten Lichtintensität der älteren, endlich und vorzüglich von den Veränderungen, welche die Erdachse durch die Anziehung der Sonne und des Mondes erleidet. Die schönen Sterne des Kentauren und des südlichen Kreuzes werden einst in unseren nördlichen Breiten sichtbar werden, während andere Sterne (Sirius und der Gürtel des Orion) dann niedersinken. Ja, das südliche Kreuz wird in der Gestalt, welche jetzt dies Sternbild zeigt, überhaupt nicht immer am Himmel glänzen, da die vier Sterne, welche es bilden, mit ungleicher Geschwindigkeit eines verschiedenen Weges wandeln. Wie viele Jahrtausende bis zur völligen Auflösung verfließen werden, ist nicht zu berechnen. In den Raumverhältnissen und in der Zeitdauer gibt es kein absolutes Großes und Kleines. Der ruhende Nordpol wird nach und nach durch Sterne des Kepheus (β und α) und des Schwans (δ) bezeichnet werden, bis nach 12000 Jahren Wega der Leier als der prachtvollste aller möglichen Polarsterne erscheinen wird. Diese Angaben versinnlichen uns die Größe von Bewegungen, welche in unendlich kleinen Zeitteilen ununterbrochen, wie eine ewige Weltuhr, fortschreiten. Denken wir uns, als ein Traumbild der Phantasie, die Schärfe unserer Sinne übernatürlich bis zur äußersten Grenze des teleskopischen Sehens erhöht, und zusammengedrängt, was durch große Zeitabschnitte getrennt ist, so verschwindet urplötzlich alle Ruhe des räumlichen Seins. Wir finden die zahllosen Fixsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen; Nebelflecke wie kosmische Gewölke umherziehen, sich verdichten und lösen, die Milchstraße an einzelnen Punkten aufbrechen und ihren Schleier zerreißen; Bewegung ebenso in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, Blüten entfaltenden Organismen der Pflanzendecke. Der berühmte spanische Botaniker Cavanilles hat zuerst den Gedanken gehabt, „Gras wachsen" zu sehen, indem er in einem stark vergrößernden Fernrohr den horizontalen Mikrometerfaden bald

auf die Spitze des Schößlings einer Bambusa, bald auf die des so schnell sich entwickelnden Blütenstengels einer amerikanischen Aloe (Agave americana) richtete: genau wie der Astronom den kulminierenden Stern auf das Fadenkreuz setzt. In dem Gesamtleben der physischen Natur, der organischen wie der siderischen, sind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft.

Nichts ist ruhend im Weltraum; auch die Fixsterne sind es nicht, wie zuerst Halley an Sirius, Arkturus und Aldebaran darzutun versuchte und die neuere Zeit unwidersprechlich bei vielen erwiesen hat. Der helle Stern im Ochsenhüter Arkturus hat in den 2100 Jahren (seit Aristillus und Hipparch), wie er beobachtet wird, um drittehalb Vollmondbreiten seinen Ort verändert gegen die benachbarten schwächeren Sterne. Encke bemerkt, „daß der Stern μ in der Kassiopeia um $3^1/_2$, der Stern 61 des Schwans um 6 Vollmondbreiten von ihrer Stelle gerückt erschienen sein würden, wenn die alten Beobachtungen genau genug gewesen wären, um es anzuzeigen". Schlüsse, auf Analogien gegründet, berechtigen zu der Vermutung, daß überall fortschreitende und auch wohl rotierende Bewegung ist. Der Name Fixstern leitet auf irrige Voraussetzungen; man mag ihn in seiner ersten Deutung bei den Griechen auf das Eingeheftetsein in den kristallenen Himmel oder nach späterer, mehr römischer Deutung auf das Feste, Ruhende beziehen. Eine dieser Ideen mußte zu der anderen führen. Im griechischen Altertum, wenigstens hinaufreichend bis Anaximenes aus der ionischen Schule oder bis zu dem Pythagoreer Alkmäon, wurden alle Gestirne eingeteilt in wandelnde und in nicht wandelnde, feste Sterne. Neben dieser allgemein gebrauchten Benennung der Fixsterne findet sich bei Aristoteles mehrfach (als wolle er einen neuen terminus technicus durchführen) für Fixsterne der Name eingehefteter Gestirne. Die Idee des Eingeheftetseins leitete auf den Nebenbegriff der Unbeweglichkeit, des Fest-an-einer-Stelle-bleibens, und so wurde das ganze Mittelalter hindurch, in lateinischen Übersetzungen, die ursprüngliche Bedeutung des Worts infixum oder affixum sidus nach und nach verdrängt und die Idee der Unbeweglichkeit allein festgehalten.

Aus der Vielheit der an dem Himmelsgewölbe scheinbar, wie durch Zufall vermengten großen und kleinen Gestirne sondern die rohesten Menschenstämme (wie mehrere jetzt sorgfältiger untersuchte Sprachen der sogenannten wilden Völker bezeugen) einzelne und fast überall dieselben Gruppen aus, in welchen helle Sterne durch ihre Nähe zueinander, durch ihre gegenseitige Stellung oder eine gewisse Isoliertheit den Blick auf sich ziehen. Solche Gruppen erregen die dunkle Ahnung von einer Beziehung der Teile aufeinander; sie erhalten, als Ganze betrachtet, einzelne Namen, die, von Stamm zu Stamm verschieden, meist von organischen Erderzeugnissen hergenommen, die öden, stillen Räume phantastisch beleben. So sind früh abgesondert worden das Siebengestirn (die Gluckhenne), die sieben Sterne des großen Wagens (der kleine Wagen später und nur wegen der wiederholten Form), der Gürtel des Orion (Jakobsstab), Kassiopeia, der Schwan, der Skorpion, das südliche Kreuz (wegen des auffallenden Wechsels der Richtung vor und nach der Kulmination), die südliche Krone, die Füße des Kentauren (gleichsam die Zwillinge des südlichen Himmels) usf.

Wo Steppen, Grasfluren oder Sandwüsten einen weiten Horizont darbieten, wird der mit den Jahreszeiten oder den Bedürfnissen des Hirtenlebens und Feldbaues wechselnde Auf- und Untergang der Konstellationen ein Gegenstand fleißiger Beachtung und allmählich auch symbolisierender Ideenverbindung. Die beschauende, nicht messende Astronomie fängt nun an, sich mehr zu entwickeln. Außer der täglichen, allen Himmelskörpern gemeinschaftlichen Bewegung von Morgen gegen Abend wird bald erkannt, daß die Sonne eine eigene, weit langsamere, in entgegengesetzter Richtung habe. Die Sterne, die nach ihrem Untergange am Abendhimmel stehen, sinken mit jedem Tage tiefer zu ihr hinab und verlieren sich endlich ganz in ihre Strahlen während der Dämmerung; dagegen entfernen sich von der Sonne diejenigen Sterne, welche vor ihrem Aufgange am Morgenhimmel glänzen. Bei dem stets wechselnden Schauspiel des gestirnten Himmels zeigen sich immer andere Konstellationen. Mit einiger Aufmerksamkeit wird leicht erkannt, daß es dieselben sind, welche zuvor im Westen unsichtbar

geworden waren, daß ungefähr nach einem halben Jahre diejenigen Sterne, welche sich vorher in der Nähe der Sonne gezeigt hatten, ihr gegenüberstehen, untergehend bei ihrem Aufgange, aufgehend bei ihrem Untergange.

So kennen schon Homer und Hesiodus verschiedene Sterngruppen und einzelne Sterne mit Namen bezeichnet, jener die *Bärin* („die sonst der Himmelswagen genannt wird — und die *allein* niemals in Okeanos Bad sich hinabtaucht"), den *Bootes* und den *Hund des Orion*; dieser den *Sirius* und den *Arktur*; beide die Plejaden, die *Hyaden* und den *Orion*.

Die Idee von der Beziehung der Planeten und Fixsterne auf die *Sonnenbahn*, die Einteilung der Ekliptik in zwölf gleiche Teile (Dodekatomerie) sind altchaldäisch und höchst wahrscheinlich den Griechen aus Chaldäa selbst und nicht aus dem Niltale, am frühesten im Anfang des 5. oder im 6. Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung überkommen.

Die Zahl der unterscheidbaren, durch keinen Nebel unterbrochenen, teleskopischen Sterne der Milchstraße wird auf 18 Millionen geschätzt (die des ganzen Himmels nach Struve auf 20 374 000). Um die Größe dieser Zahl, ich sage nicht zu fassen, aber mit etwas Analogem zu vergleichen, erinnere ich, daß von erster bis sechster Größe am ganzen Himmel nur etwa 6—7000 Sterne mit bloßen Augen gesehen werden. Die Zahl der dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbaren Sternenmenge (über dem Horizont von Berlin 4022, über dem von Alexandrien 4638) scheint auf den ersten Blick auffallend gering. Wenn man den mittleren Mondhalbmesser zu 15, 33,5″ annimmt, so bedecken 195 291 Vollmondflächen den ganzen Himmel. Bei der Annahme gleichmäßiger Verteilung und der runden Zahl von 200 000 Sternen aus den Klassen 1. bis 9. Größe findet man demnach ungefähr einen dieser Sterne für eine Vollmondfläche. Eben dieses Resultat erklärt aber auch, wie unter einer bestimmten Breite der Mond nicht häufiger dem bloßen Auge sichtbare Sterne bedeckt. Sonderbar, daß Plinius, der gewiß Hipparchs Sternverzeichnis kannte, und der es ein kühnes Unternehmen nennt, „daß Hipparch der Nachwelt den Himmel wie zur

Erbschaft hinterlassen wollte", an dem schönen italienischen Himmel nur erst 1600 sichtbare Sterne zählte! Er war jedoch in dieser Schätzung schon tief zu den Sternen 5. Größe herabgestiegen, während ein halbes Jahrhundert später Ptolemäus nur 1025 Sterne bis zu der 6. Klasse verzeichnete. In dem unfruchtbaren Erstaunen, das Zahl- und Raumgrößen ohne Beziehung auf die geistige Natur oder das Empfindungsvermögen des Menschen erregen, begegnen sich übrigens die Extreme des Räumlichen, die Weltkörper mit dem kleinsten Tierleben. Ein Kubikzoll des Polierschiefers von Bilin enthält, nach Ehrenberg, 40 000 Millionen von kieselartigen Panzern der Gallionellen. Von Gallionella ferruginea enthält der Kubikzoll über 1 Billion 750 000 Millionen Individuen. Mahnen am Sternenhimmel die Eindrücke von nicht auszusprechenden Zahlen und räumlicher Größe, von Dauer und langen Zeitperioden den Menschen an seine Kleinheit, an seine physische Schwäche, an das Ephemere seiner Existenz, so erhebt ihn freudig und kräftigend wieder das Bewußtsein, durch Anwendung und glückliche Selbstentwickelung der Intelligenz schon so vieles und so wichtiges von der Gesetzmäßigkeit der Natur, von der siderischen Weltordnung erforscht zu haben.

Der Milchstraße der Sterne, welcher nach Argelanders scharfsinniger Bemerkung überhaupt die helleren Sterne des Firmaments merkwürdig genähert erscheinen, steht beinahe rechtwinkelig eine Milchstraße von Nebelflecken entgegen. Die erstere bildet nach Sir John Herschels Ansichten einen Ring, einen freistehenden, von der linsenförmigen Sterneninsel etwas fernen Gürtel, ähnlich dem Ring des Saturn. Unser Planetensystem liegt exzentrisch, der Gegend des Kreuzes näher als dem diametral gegenüberliegenden Punkte, der Kassiopeia. In einem von Messier 1774 entdeckten, aber unvollkommen gesehenen Nebelflecke scheint das Bild unserer Sternenschicht und des geteilten Ringes unserer Milchstraße mit wundervoller Ähnlichkeit gleichsam abgespiegelt. Die Milchstraße der Nebelflecke gehört nicht unserer Sternschicht selbst an; sie umgibt dieselbe, ohne physischen Zusammenhang mit ihr, in großer Entfernung, und zieht sich hin, fast in der Gestalt eines größten Kreises, durch die dichten Nebel

der Jungfrau (besonders am nördlichen Flügel), durch das Haupthaar der Berenike, den großen Bären, den Gürtel der Andromeda und den nördlichen Fisch. Sie durchschneidet wahrscheinlich in der Kassiopeia die Milchstraße der Sterne und verbindet ihre sternarmen, durch haufenbildende Kraft verödeten Pole da, wo die Sternschicht räumlich die mindere Dicke hat.

Es folgt aus diesen Betrachtungen, daß, während unser Sternhaufe in seinen auslaufenden Ästen Spuren großer, im Laufe der Zeit vorgefallener Umbildungen an sich trägt und durch sekundäre Anziehungspunkte sich aufzulösen und zu zersetzen strebt, derselbe von zwei Ringen: einem sehr fernen, der Nebel, und einem näheren, der Sterne, umgeben wird. Dieser letztere Ring (unsere Milchstraße) ist ein Gemisch von nebellosen Sternen, im Durchschnitte von 10. bis 11. Größe, einzeln aber betrachtet sehr verschiedenartiger Größe, während isolierte Sternhaufen (Sternschwärme) fast immer den Charakter der Gleichartigkeit haben.

Überall, wo mit mächtigen, raumdurchdringenden Fernröhren das Himmelsgewölbe durchforscht ist, werden Sterne, seien es auch nur teleskopische 20. bis 24. Ordnung, oder leuchtende Nebel gesehen. Ein Teil dieser Nebel würde wahrscheinlich für noch kräftigere optische Werkzeuge sich in Sterne auflösen.

Die erste Angabe eines wundersamen Aggregates von zahllosen wirklichen Nebelflecken, mit Sternschwärmen vermischt, finden wir bei einem arabischen Astronomen aus der Mitte des 10. Jahrhunderts, bei Abdurrahman Sufi aus dem persischen Irak. Der Weiße Ochse, den er tief unter Canopus in milchigem Lichte glänzen sah, war zweifelsohne die große Magelhaenssche Wolke.

Der erste isolierte Nebelfleck, welcher als völlig sternlos und als ein Gegenstand eigener Art durch ein Fernrohr erkannt und beachtet wurde, war der ebenfalls dem bloßen Auge sichtbare Nebelfleck bei ν der Andromeda. Simon Marius (Mayer aus Gunzenhausen in Franken), früher Musiker, dann Hofmathematikus eines Markgrafen von Kulmbach, derselbe, welcher die Jupitertrabanten neun Tage früher als Galilei gesehen, hat auch das Verdienst,

die erste, und zwar eine sehr genaue Beschreibung eines Nebelfleckes gegeben zu haben. In der Vorrede seines Mundus Jovialis erzählt er, daß „am 15. Dezember 1612 er einen Fixstern aufgefunden habe von einem Ansehen, wie ihm nie einer vorgekommen sei. Er stehe nahe bei dem 3. und nördlichen Sterne im Gürtel der Andromeda; mit unbewaffnetem Auge gesehen, schiene er ihm ein bloßes Wölkchen, in dem Fernrohr finde er aber gar nichts Sternartiges darin, wodurch sich diese Erscheinung von den Nebelsternen des Krebses und anderen nebligen Haufen unterscheide. Man erkenne nur einen weißlichen Schein, der heller im Zentrum, schwächer gegen die Ränder hin sei. Bei einer Breite von 1/4 Grad gleiche das Ganze einem in großer Ferne gesehenen Lichte, das (in einer Laterne) durch (halb durchsichtige) Scheiben von Horn gesehen werde." Simon Marius fragt sich, ob dieser sonderbare Stern ein neu entstandener sei? Er will nicht entscheiden, findet es aber recht auffallend, daß Tycho, welcher alle Sterne des Gürtels der Andromeda aufgezählt habe, nichts von dieser Nebulosa gesagt. In dem Mundus Jovialis, der erst 1614 erschien, ist also der Unterschied zwischen einem für die damaligen teleskopischen Kräfte unauflöslichen Nebelfleck und einem Sternhaufen ausgesprochen, welchem die gegenseitige Annäherung vieler, dem bloßen Auge unsichtbarer kleiner Sterne einen Nebelschein gibt. Trotz der großen Vervollkommnung optischer Werkzeuge ist fast dritthalb Jahrhunderte lang der Nebel der Andromeda wie bei seiner Entdeckung für vollkommen sternenleer gehalten worden, bis jenseits des Atlantischen Ozeans von George Bond zu Cambridge (V. St.) 1500 kleine Sterne within the limits of the nebula erkannt worden sind. Ich habe trotz des unaufgelösten Kerns nicht angestanden, ihn unter den Sternhaufen aufzuführen.

Wenn man trennt in der neuerlich so lebhaft angeregten Frage über die Nichtexistenz einer selbstleuchtenden, dunstförmigen Materie im Weltall, was der Beobachtung und was induktiven Schlußformen angehört, so lehrt eine sehr einfache Betrachtung, daß durch wachsende Vervollkommnung der teleskopischen Sehkraft allerdings die Zahl der Nebel beträchtlich vermindert, aber keineswegs durch diese Verminde-

rung erschöpft werden könne. Unter Anwendung von Fernröhren wachsender Stärke wird jedes nachfolgende auflösen, was das vorhergehende unaufgelöst gelassen hat, zugleich aber auch, wenigstens teilweise, wegen seiner zunehmenden, raumdurchdringenden Kraft die aufgelösten Nebel durch neue, vorher unerreichte ersetzen. Auflösung des Alten und Entdeckung des Neuen, welches wieder eine Zunahme von optischer Stärke erheischt, würden demnach in endloser Reihe aufeinanderfolgen. Sollte dem nicht so sein, so muß man sich nach meinem Bedünken entweder den gefüllten Weltraum begrenzt oder die Weltinseln, zu deren einer wir gehören, dermaßen voneinander entfernt denken, daß keines der noch zu erfindenden Fernröhren zu dem gegenüberliegenden Ufer hinüberreicht, und daß unsere letzten (äußersten) Nebel sich in Sternhaufen auflösen, welche sich wie Sterne der Milchstraße „auf schwarzen, ganz dunstfreien Grund projizieren". Ist aber wohl ein solcher Zustand des Weltbaues und zugleich der Vervollkommnung optischer Werkzeuge wahrscheinlich, bei dem am ganzen Firmament kein unaufgelöster Nebelfleck mehr aufzufinden wäre?

Die Annahme aber, daß jeder Punkt des Himmelsgewölbes der Tiefe nach von einer endlosen Reihe von Sternen bedeckt wäre, widerspricht der Beobachtung. Diese zeigt große, ganz sternleere Regionen, Öffnungen im Himmel, wie Wilhelm Herschel sie nennt, eine im Skorpion, vier Grad breit, eine andere in der Lende des Schlangenträgers. In der Nähe beider, nahe an ihrem Rande, befinden sich unauflösliche Nebelflecke. Der, welcher am westlichen Rande der Öffnung im Skorpion steht, ist einer der reichsten und zusammengedrängtesten Haufen kleiner Sterne, welche den Himmel zieren. Auch schreibt Herschel der Anziehung und haufenbildenden Kraft dieser Randgruppen die Öffnungen selbst als sternleere Regionen zu. „Es sind Teile unserer Sternschicht," sagt er in der schönen Lebendigkeit seines Stils, „die bereits große Verwüstung von der Zeit erlitten haben." Wenn man sich die hintereinanderliegenden teleskopischen Sterne wie einen Sternenteppich denkt, der das ganze scheinbare Himmelsgewölbe bedeckt, so sind, glaube ich, jene sternleeren Stellen des Skorpions und des Schlangenträgers wie Röhren zu be-

trachten, durch die wir in den fernsten Weltraum blicken. Die Schichten des Teppichs sind unterbrochen, andere Sterne mögen auch da vorliegen, aber sie sind unerreichbar für unsere Werkzeuge. Der Anblick feuriger Meteore hatte die Alten ebenfalls auf die Idee von Spalten und Rissen in der Himmelsdecke geleitet. Diese Spalten wurden aber nur als vorübergehend betrachtet. Statt dunkel zu sein, waren sie erleuchtet und feurig wegen des hinterliegenden, durchscheinenden, entzündeten Äthers. Derham und selbst Huygens schienen nicht abgeneigt, das milde Licht der Nebelflecke auf eine ähnliche Art zu erklären.

Die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Lichtes ist nach Struves neuesten Untersuchungen 41 518 geographische Meilen (308 156 km) in einer Sekunde, also fast eine Million mal größer als die Geschwindigkeit des Schalles. Nach dem, was wir durch die Messungen von Maclear, Bessel und Struve von den Entfernungen dreier Fixsterne sehr ungleicher Größe (α Kentaur, 61 Schwan, α Leier) wissen, bedarf ein Lichtstrahl 3, 9¹/₄ oder 12 Jahre, um von diesen Weltkörpern zu uns zu gelangen. In der kurzen denkwürdigen Periode von 1572—1604, von Kornelius Gemma und Tycho bis Kepler, loderten plötzlich drei neue Sterne auf: in der Kassiopeia, im Schwan und am Fuß des Schlangenträgers. Dieselbe Erscheinung, aber mehrfach wiederkehrend, zeigte sich 1670 im Sternbild des Fuchses. In der neuesten Zeit, seit 1837, hat Sir John Herschel am Vorgebirge der Guten Hoffnung den Glanz des Sternes η im Schiffe von der zweiten Größe bis zur ersten prachtvoll anwachsen sehen. Solche Begebenheiten des Weltraums gehören aber in ihrer historischen Wirklichkeit anderen Zeiten an als denen, in welchen die Lichterscheinung den Erdbewohnern ihren Anfang verkündigt; sie sind wie Stimmen der Vergangenheit, die uns erreichen. Man hat mit Recht gesagt, daß wir mit unseren großen Fernröhren gleichzeitig vordringen in den Raum und in die Zeit. Wir messen jenen durch diese; eine Stunde Weges sind für den Lichtstrahl 148 Millionen Meilen (1 098 220 000 km). Während in der Hesiodischen Theogonie die Dimensionen des Weltalls durch den Fall der Körper ausgedrückt

werden („nicht mehr als neun Tage und neun Nächte fällt der eherne Amboß vom Himmel zur Erde herab"), glaubte Herschel der Vater, daß das Licht fast zwei Millionen Jahre brauche, um von den fernsten Lichtnebeln, die sein 40füßiger Refraktor erreichte, zu uns zu gelangen. Vieles ist also längst verschwunden, ehe es uns sichtbar wird; vieles war anders geordnet. Der Anblick des gestirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar; und soviel man auch den milde leuchtenden Duft der Nebelflecke oder die dämmernd aufglimmenden Sternhaufen uns näher rücken und die Tausende von Jahren vermindern will, welche als Maß der Entfernung gelten, immer bleibt es nach der Kenntnis, die wir von der Geschwindigkeit des Lichtes haben, mehr als wahrscheinlich, daß das Licht der fernen Weltkörper das älteste sinnliche Zeugnis von dem Dasein der Materie darbietet. So erhebt sich, auf einfache Prämissen gestützt, der reflektierende Mensch zu ernsten, höheren Ansichten der Naturgebilde, da, wo in den tief vom Licht durchströmten Gefilden

„Wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen".
(Aus dem Sonett Wilhelms von Humboldt „Freiheit und Gesetz".)

Über die Geschwindigkeit des Lichtes, über die Wahrscheinlichkeit, daß dasselbe eine gewisse Zeit zu seiner Fortpflanzung brauche, findet sich die älteste Ansicht bei Bacon von Verulam in dem zweiten Buche des Novum Organum. Er spricht von der Zeit, deren ein Lichtstrahl bedarf, die ungeheure Strecke des Weltraums zu durchlaufen; er wirft schon die Frage auf, ob die Sterne noch vorhanden sind, die wir gleichzeitig funkeln sehen.

Nach der alten Deutung des titanischen Mythus sind die Potenzen des Weltlebens, ist die große Ordnung der Natur an das Zusammenwirken des Himmels und der Erde geknüpft. Gehört schon seinem Ursprunge nach der Erdball wie jeder der anderen Planeten dem Zentralkörper, der Sonne, und ihrer einst in Nebelringe getrennten Atmosphäre an, so besteht auch noch jetzt durch Licht und strahlende Wärme der Verkehr mit dieser nahen Sonne, wie mit allen fernen Sonnen, welche am Firmamente leuchten. Eine kleine Fraktion der tellurischen Wärme gehört dem Weltraume an, in welchem unser

Planetensystem fortrückt, und dessen der eisigen mittleren Polarwärme fast gleiche Temperatur nach Fourier das Produkt aller lichtstrahlenden Gestirne ist.

Swanberg findet aus Diskussionen über Strahlenbrechung für die Temperatur des Weltraums — 50,3°; Arago aus Polarbeobachtungen — 56,7°; Péclet — 60°; Saigey durch die Wärmeabnahme in der Atmosphäre aus 367 meiner Beobachtungen in der Andeskette und in Mexiko — 65°; durch Thermometermessungen am Montblanc und bei der aerostatischen Reise von Gay-Lussac — 77°; Sir John Herschel — 132° F., also — 91° Zent.

Es muß auf den ersten Anblick gewagt erscheinen, eine so grausenvoll niedrige Temperatur des Weltraums, welche zwischen dem Gefrierpunkt des Quecksilbers und dem des Weingeistes liegt, den bewohnbaren Klimaten des Erdkörpers, dem Pflanzen- und Tierleben, wenn auch nur mittelbar, wohltätig zu nennen; aber um die Richtigkeit des Ausdrucks zu begründen, braucht man nur an die Wirkung der Wärmeausstrahlung zu denken. Unsere durch den Sonnenkörper erwärmte Erdoberfläche und der Luftkreis selbst bis zu seinen obersten Schichten strahlen frei gegen den Himmelsraum. Der Wärmeverlust, den sie erleiden, entsteht aus dem thermischen Unterschiede des Himmelsraums und der Luftschichten, aus der Schwäche der Gegenstrahlung. Wie ungeheuer würde dieser Verlust sein, wenn der Weltraum statt der Wärme, welche wir durch — 60° eines Quecksilberthermometers nach Zentesimalgraden bezeichnen, eine viel niedrigere, z. B. — 800°, oder gar eine mehrere tausendmal geringere Temperatur hätte!

* * *

Was alle Sprachen, wenngleich etymologisch unter verschiedenartig symbolisierenden Formen, mit dem Ausdruck Natur und, da zuerst der Mensch alles auf seinen heimatlichen Wohnsitz bezieht, mit dem Ausdruck irdische Natur bezeichnen, ist das Resultat von dem stillen Zusammenwirken eines Systemes treibender Kräfte, deren Dasein wir nur durch das erkennen, was sie bewegen, mischen

und entmischen, ja teilweise zu organischen, sich gleichartig wiedererzeugenden Geweben (lebendigen Organismen) ausbilden. Naturgefühl ist für ein empfängliches Gemüt der dunkle, anregende, erhebende Eindruck dieses Waltens der Kräfte. Zuerst fesseln unsere Neugier die räumlichen Größenverhältnisse unseres Planeten: eines Häufchens geballter Materie im unermeßlichen Weltall. Ein System zusammenwirkender, einigender oder (polarisch) trennender Tätigkeiten setzt die Abhängigkeit jedes Teiles des Naturganzen von dem anderen in den elementaren Prozessen (der anorganischen Formbildung) wie in dem Hervorrufen und der Unterhaltung des Lebens voraus. Die Größe und Gestalt des Erdkörpers, seine Masse (Quantität materieller Teile), welche, mit dem Volum verglichen, die Dichtigkeit und durch diese unter gewissen Bedingungen die Konstitution des Inneren wie das Maß der Anziehung bestimmt, stehen unter sich in mehr erkennbarer und mehr mathematisch zu behandelnder Abhängigkeit, als es diejenige ist, welche wir in den eben genannten Lebensprozessen, in den Wärmeströmungen, den tellurischen Zuständen des Elektromagnetismus oder den chemischen Stoffwechseln wahrnehmen. Beziehungen, die man in komplizierten Erscheinungen noch nicht quantitativ zu messen vermag, können deshalb doch vorhanden sein und durch Induktionsgründe wahrscheinlich gemacht werden.

Wenn auch die beiden Arten der Anziehung, die, welche in bemerkbaren Entfernungen wirkt (wie Schwerkraft, Gravitation der Weltkörper gegeneinander), und die, welche in unmeßbaren kleinsten Entfernungen stattfindet (Molekular- oder Kontaktattraktion), in dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens nicht auf ein und dasselbe Gesetz zu reduzieren sind, so ist es darum doch nicht minder glaublich, daß Kapillaranziehung und die für das Aufsteigen der Säfte und für Tier- und Pflanzenphysiologie so wichtige Endosmose von dem Maße der Schwere und ihrer lokalen Verteilung ebenso affiziert werden als die elektromagnetischen Prozesse und der chemische Stoffwechsel. Man darf annehmen, um an extreme Zustände zu erinnern, daß auf unserem Planeten, wenn derselbe nur die Masse des Mondes und also eine fast sechsmal geringere Intensität der

Schwere hätte, die meteorologischen Prozesse, das Klima, die hypsometrischen Verhältnisse der gehobenen Gebirgsketten, die Physiognomie der Vegetation ganz verschieden sein würden. Die absolute Größe unseres Erdkörpers erhält ihre Wichtigkeit für den gesamten Haushalt der Natur bloß durch das Verhältnis, in dem sie zur Masse und zur Rotation steht; denn auch im Weltall würden, wenn die Dimensionen der Planeten, ihre Stoffmengen, Geschwindigkeiten und Distanzen voneinander in einer und derselben Proportion zu- oder abnähmen, in diesem idealen Makro- oder Mikrokosmos alle von den Gravitationsverhältnissen abhängige Erscheinungen unverändert bleiben.

Man hat scharfsinnig bemerkt, „daß wir trotz des Beschauens durch große Fernröhren in Hinsicht der anderen Planeten (den Mond etwa abgerechnet) mehr von ihrem Inneren als von ihrem Äußeren wissen". Man hat sie gewogen und ihr Volum gemessen; man kennt ihre Masse und ihre Dichte, beide (Dank sei es den Fortschritten der beobachtenden und der rechnenden Astronomie!) mit stets wachsender numerischer Genauigkeit. Über ihrer physischen Beschaffenheit schwebt ein tiefes Dunkel. Nur auf unserem Erdkörper setzt uns die unmittelbare Nähe in Kontakt mit allen Elementen der organischen und anorganischen Schöpfung. Die ganze Fülle der verschiedenartigsten Stoffe bietet in ihrer Mischung und Umbildung, in dem ewig wechselnden Spiel hervorgerufener Kräfte dem Geiste die Nahrung, die Freuden der Erforschung, das unermeßliche Feld der Beobachtung dar, welche der intellektuellen Sphäre der Menschheit durch Ausbildung und Erstarkung des Denkvermögens einen Teil ihrer erhabenen Größe verleiht. Die Welt sinnlicher Erscheinungen reflektiert sich in den Tiefen der Ideenwelt; der Reichtum der Natur, die Masse des Unterscheidbaren gehen allmählich in eine Vernunfterkenntnis über.

Nicht etwa bloß die mineralische Beschaffenheit, die kristallinisch körnigen oder die dichten, mit Versteinerungen angefüllten Gebirgsarten, nein, die geometrische Gestalt der Erde selbst bezeugt die Art ihrer Entstehung, sie ist ihre Geschichte. Ein elliptisches Rotations-

sphäroid deutet auf eine einst weiche oder flüssige Masse. Zu den ältesten geognostischen Begebenheiten, allen Verständigen lesbar in dem Buch der Natur niedergeschrieben, gehört die Abplattung wie auch (um ein anderes uns sehr nahes Beispiel anzuführen) die perpetuierliche Richtung der großen Achse des Mondsphäroids gegen die Erde, d. h. die vermehrte Anhäufung der Materie auf der Mondhälfte, welche wir sehen, eine Anhäufung, die das Verhältnis der Rotation zur Umlaufszeit bestimmt und bis zur ältesten Bildungsepoche des Satelliten hinaufreicht. „Die mathematische Figur der Erde ist die mit nicht strömendem Wasser bedeckte Oberfläche derselben."

Drei Methoden sind angewandt worden, um die Krümmung der Erdoberfläche zu ergründen: es ist dieselbe aus Gradmessungen, aus Pendelschwingungen und aus gewissen Ungleichheiten der Mondbahn geschlossen. Die Vergleichung von elf Gradmessungen, unter denen drei außereuropäische, die alte peruanische und zwei ostindische, begriffen sind, hat, nach den strengsten theoretischen Anforderungen von Bessel berechnet, eine Abplattung von $^1/_{299}$ gegeben. Danach ist der Polarhalbmesser 10938 Toisen, fast $2^7/_8$ geographische Meilen, kürzer als der Äquatorialhalbmesser des elliptischen Rotationssphäroids. Die Anschwellung unter dem Äquator infolge der Krümmung der Oberfläche des Sphäroids beträgt also, der Richtung der Schwere nach, etwas mehr als $4^3/_7$mal die Höhe des Montblanc, nur $2^1/_2$mal die wahrscheinliche Höhe des Dhawalagirigipfels in der Himalayakette. Die Mondesgleichungen (Störungen in der Länge und Breite des Mondes) geben nach den letzten Untersuchungen von Laplace fast dasselbe Resultat der Abplattung ($^1/_{299}$) als die Gradmessungen. Aus den Pendelversuchen folgt im ganzen eine weit größere Abplattung ($^1/_{288}$).

Galilei, der während des Gottesdienstes, wahrscheinlich etwas zerstreut, schon als Knabe erkannte, daß durch die Dauer der Schwingungen von Kronleuchtern, welche in ungleicher Höhe hingen, die ganze Höhe eines Kirchengewölbes zu messen sei, hatte freilich nicht geahnt, wie das Pendel einst von Pol zu Pol würde getragen werden, um die Gestalt der Erde zu bestimmen.

Da die Gestalt der Erde auf die Bewegung anderer Weltkörper, besonders auf die ihres nahen Satelliten, einen mächtigen Einfluß ausübt, so läßt die vervollkommnete Kenntnis der Bewegung des letzteren uns auch wiederum auf die Gestalt der Erde zurückschließen. Demnach hätte, wie Laplace sich sinnig ausdrückt, ein Astronom, „ohne seine Sternwarte zu verlassen, durch Vergleichung der Mondtheorie mit den wirklichen Beobachtungen nicht nur die Gestalt und Größe der Erde, sondern auch ihre Entfernung von der Sonne und vom Monde bestimmen können: Resultate, die erst durch lange und mühevolle Unternehmungen nach den entlegensten Gegenden beider Hemisphären erlangt worden sind". Die Abplattung, welche aus den Ungleichheiten des Mondes geschlossen wird, gewährt den Vorzug, daß sie, was einzelne Gradmessungen und Pendelversuche nicht leisten, eine mittlere, dem ganzen Planeten zukommende ist. Mit der Rotationsgeschwindigkeit verglichen, beweist sie dazu die Zunahme der Dichtigkeit der Erdschichten von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt hin, eine Zunahme, welche die Vergleichung der Achsenverhältnisse des Jupiter und Saturn mit ihrer Umdrehungszeit auch in diesen beiden großen Planeten offenbart. So berechtigt die Kenntnis äußerer Gestaltung zu Schlüssen über die innere Beschaffenheit der Weltkörper.

Nachdem die Erde gemessen worden ist, mußte sie gewogen werden. Pendelschwingungen und Bleilot haben ebenfalls dazu gedient, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen. Nach den neuesten Versuchen von Reich und Baily ist die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde 5,62, d. h. sovielmal größer als die des reinen Wassers.

Die Figur der Erde und der Grad der Starrheit (Dichtigkeit), welchen die Erde erlangt hat, steht in inniger Verbindung mit den Kräften, die sie beleben, sofern nämlich diese Kräfte nicht von außen her durch die planetarische Stellung gegen einen leuchtenden Zentralkörper angeregt oder erweckt sind. Die Abplattung, Folge der auf eine rotierende Masse einwirkenden Schwungkraft, offenbart den früheren Zustand der Flüssigkeit unseres Planeten. Bei dem Erstarren dieser

Flüssigkeit, die man geneigt ist als eine dunstförmige, bereits ursprünglich zu einer sehr hohen Temperatur erhitzte anzunehmen, ist eine ungeheure Menge latenter Wärme frei geworden. Fing der Prozeß der Erstarrung, wie Fourier will, von der zuerst durch Strahlung gegen den Himmelsraum erkaltenden Oberfläche an, so blieben die dem Mittelpunkt der Erde näheren Teile flüssig und glühend. Da nach langer Ausströmung der Wärme vom Mittelpunkt gegen die Oberfläche sich endlich ein Stabilitätszustand in der Temperatur des Erdkörpers hergestellt hat, so wird angenommen, daß mit zunehmender Tiefe auch die unterirdische Wärme ununterbrochen zunehme. Die Wärme der Wasser, welche den Bohrlöchern (artesischen Brunnen) entquellen, unmittelbare Versuche über die Temperatur des Gesteins in den Bergwerken, vor allem aber die vulkanische Tätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geschmolzener Massen aus geöffneten Spalten, bezeugen diese Zunahme auf das unwidersprechlichste für sehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdschichten. Nach Schlüssen, die sich freilich nur auf Analogien gründen, wird dieselbe auch mehr als wahrscheinlich weiter gegen das Zentrum hin.

Nach ziemlich übereinstimmenden Erfahrungen in den artesischen Brunnen — dem von Grevelle zu Paris und dem von Neusalzwerk im Solbade Oeynhausen bei Minden — nimmt in der oberen Erdrinde die Wärme im Durchschnitt mit einer senkrechten Tiefe von je 92 Pariser Fuß (29,89 m) um 1° des hundertteiligen Thermometers zu. Befolgte diese Zunahme ein arithmetisches Verhältnis, so würde demnach eine Granitschicht in der Tiefe von 5²/₁₀ geographischen Meilen (38, 6km), vier- bis fünfmal gleich dem höchsten Gipfel des Himalayagebirges, geschmolzen sein. (Nach neueren Ermittlungen 1° C für je 33,7 m, also Wärmezunahme von 2,97° pro 100 m; für Humboldt war noch der Oeynhausener Sprudel das tiefste Bohrloch der Erde, jetzt ist es das Bohrloch von Sperenberg bei Berlin, mit 1200 m unter dem Meeresspiegel fast doppelt so tief.)

In dem Erdkörper sind dreierlei Bewegungen der Wärme zu unterscheiden. Die erste ist periodisch und verändert die Temperatur der Erdschichten, indem nach Verschiedenheit des Sonnenstandes und

der Jahreszeiten die Wärme von oben nach unten eindringt, oder auf demselben Wege von unten nach oben ausströmt. Die zweite Art der Bewegung ist ebenfalls eine Wirkung der Sonne und von außerordentlicher Langsamkeit. Ein Teil der Wärme, die in den Äquatorialgegenden eingedrungen ist, bewegt sich nämlich in dem Inneren der Erdrinde gegen die Pole hin und ergießt sich an den Polen in den Luftkreis und den fernen Weltraum. Die dritte Art der Bewegung ist die langsamste von allen; sie besteht in der säkularen Erkaltung des Erdkörpers, in dem Wenigen, was jetzt noch von der primitiven Wärme des Planeten an die Oberfläche abgegeben wird. Dieser Verlust, den die Zentralwärme erleidet, ist in der Epoche der ältesten Erdrevolutionen sehr beträchtlich gewesen, seit den historischen Zeiten aber wird er für unsere Instrumente kaum meßbar. Die Oberfläche der Erde befindet sich demnach zwischen der Glühhitze der unteren Schichten und dem Weltraume, dessen Temperatur wahrscheinlich unter dem Gefrierpunkt des Quecksilbers ist.

Die periodischen Veränderungen der Temperatur, welche an der Oberfläche der Sonnenstand und die meteorologischen Prozesse hervorrufen, pflanzen sich im Inneren der Erde aber nur bis zu sehr geringen Tiefen fort. Diese Langsamkeit der Wärmeleitung des Bodens schwächt auch im Winter den Wärmeverlust und wird tiefwurzelnden Bäumen günstig. In unseren Breiten der gemäßigten Zone (Br. 47° 22′—59° 51′ — den Parallelen von Zürich und Upsala —) liegt die Schicht invariabler Temperatur in 67½ Fuß (22 m) Tiefe; schon in der Hälfte dieser Tiefe erreichen die Oszillationen des Thermometers durch Einfluß der Jahreszeiten kaum noch einen halben Grad. Dagegen wird in dem Tropenklima die invariable Schicht schon einen Fuß (0,32 m) tief nnter der Oberfläche gefunden, und diese Tatsache ist von Boussingault auf eine scharfsinnige Weise zu einer bequemen und, wie er glaubt, sicheren Bestimmung der mittleren Lufttemperatur des Ortes benutzt worden. Diese mittlere Lufttemperatur an einem bestimmten Punkte oder in einer Gruppe nahegelegener Punkte der Oberfläche ist gewissermassen das Grundelement der klimatischen und Kulturverhältnisse einer Gegend; aber die mittlere

Temperatur der ganzen Oberfläche ist von der des Erdkörpers selbst sehr verschieden.

Die geographische Erstreckung des Eisbodens, d. i. der Verlauf der Grenze, an der man im hohen Norden von der Skandinavischen Halbinsel an bis gegen die östlichen Küsten Asiens im August und also das ganze Jahr hindurch in gewisser Tiefe Eis und gefrorenes Erdreich findet (im Scherginschacht zu Jakutsk erwies sich diese unterirdische Eisschicht von 116 m Mächtigkeit!), ist nach Middendorffs scharfsinniger Verallgemeinerung des Beobachteten, wie alle geothermischen Verhältnisse, noch mehr von örtlichen Einflüssen abhängig als die Temperatur des Luftkreises. „An der nördlichsten Spitze des europäischen Kontinents, in Finmarken, unter 70° und 71° Breite, ist noch kein zusammenhängender Eisboden vorhanden ... Die Kurve des anfangenden Eisbodens scheint in Nordasien zwei gegen Süden konvexe Scheitel: einen schwach gekrümmten am Ob und einen sehr bedeutenden an der Lena zu haben. Die Grenze des Eisbodens läuft von Beresow am Ob gegen Turuchansk am Jenisei; dann zieht sie sich zwischen Witimsk und Olekminsk auf das rechte Ufer der Lena und, zum Norden hinansteigend, ostwärts." Kupffer, der die Gruben von Nertschinsk besucht hat, deutet darauf hin, daß, abgesehen von der zusammenhängenden nördlichen Gesamtmasse des Eisbodens, es in südlicheren Gegenden auch ein inselförmiges Auftreten des Phänomens gibt. Im allgemeinen ist dasselbe von den Vegetationsgrenzen und dem Vorkommen hohen Baumwuchses vollkommen unabhängig.

Die so oft angeregte Frage, ob die mittlere Lufttemperatur im Lauf der Jahrhunderte beträchtliche Veränderungen erlitten, ob das Klima eines Landes sich verschlechtert hat, ob nicht etwa gleichzeitig die Winter milder und die Sommer kälter geworden sind, kann nur durch das Thermometer entschieden werden; und die Erfindung dieses Instruments ist kaum dritthalbhundert Jahre, seine verständige Anwendung kaum 120 Jahre alt (jetzt 300 bez. 180). Die Natur und Neuheit des Mittels setzt also hier den Forschungen über die Lufttemperatur sehr enge Grenzen. Ganz anders ist die Lösuug des größeren Problems der inneren Wärme des

ganzen Erdkörpers. Wie man aus der unveränderten Schwingungsdauer eines Pendels auf die bewahrte Gleichheit seiner Temperatur schließen kann, so belehrt uns die unveränderte Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde über das Maß der Stabilität ihrer mittleren Temperatur. Diese Einsicht in das Verhältnis der Tageslänge zur Wärme gehört zu den glänzendsten Anwendungen einer langen Kenntnis der Himmelsbewegungen auf den thermischen Zustand unseres Planeten. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde hängt nämlich von ihrem Volum ab. Sowie in der durch Strahlung allmählich erkaltenden Masse die Rotationsachse kürzer würde, müßten mit Abnahme der Temperatur die Umdrehungsgeschwindigkeit vermehrt und die Tageslänge vermindert werden. Nun ergibt die Vergleichung der säkularen Ungleichheiten in den Bewegungen des Mondes mit den in älteren Zeiten beobachteten Finsternissen, daß seit Hipparchs Zeiten, also seit vollen 2000 Jahren, die Länge des Tages gewiß nicht um den hundertsten Teil einer Sekunde abgenommen hat. Es ist demnach innerhalb der äußersten Grenze dieser Abnahme die mittlere Wärme des Erdkörpers seit 2000 Jahren nicht um $^1/_{170}$ eines Grades verändert worden.

Diese Unveränderlichkeit der Form setzt auch eine große Unveränderlichkeit in der Verteilung der Dichtigkeitsverhältnisse im Inneren des Erdkörpers voraus. Die translatorischen Bewegungen, welche die Ausbrüche der jetzigen Vulkane, das Hervordringen eisenhaltiger Laven, das Ausfüllen vorher leerer Spalten und Höhlungen mit dichten Steinmassen verursachen, sind demnach nur als kleine Oberflächenphänomene, als Ereignisse eines Teiles der Erdrinde zu betrachten, welcher der Dimension nach gegen die Größe des Erdhalbmessers verschwindet.

Temperaturveränderungen bringen magnetische und elektrische Ströme hervor. Der tellurische Magnetismus, dessen Hauptcharakter in der dreifachen Äußerung seiner Kräfte eine ununterbrochene periodische Veränderlichkeit ist, wird entweder der ganzen, ungleich erwärmten Erdmasse selbst oder jenen galvanischen Strömen zugeschrieben, die wir als Elektrizität in Bewegung, als Elek-

trizität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislaufe betrachten. Der geheimnisvolle Gang der Magnetnadel ist von der Zeit und dem Raume, von dem Sonnenlaufe und der Veränderung des Ortes auf der Erdoberfläche gleichmäßig bedingt. Man erkennt an der Nadel wie an den Schwankungen des Barometers zwischen den Wendekreisen die Stunde des Tages. Man erkennt mit Verwunderung, daß die Zuckungen zweier kleinen Magnetnadeln, und wären sie tief in unterirdischen Räumen aufgehangen, die Entfernung messen, welche sie voneinander trennt; daß sie lehren, wie weit Kasan östlich von Göttingen oder von den Ufern der Seine liegt. Es gibt auch Gegenden der Erde, wo der Seefahrer, seit vielen Tagen in Nebel gehüllt, ohne Sonne und Sterne, ohne alle Mittel der Zeitbestimmung, durch die Neigungsveränderung der Nadel mit Sicherheit wissen kann, ob er sich nördlich oder südlich von einem Hafen befindet, in den er einlaufen soll.

So uralt auch bei den westlichen Völkern die Kenntnis der Ziehkraft natürlicher Eisenmagnete zu sein scheint, so war doch (und diese historisch sehr fest begründete Tatsache ist auffallend genug) die Kenntnis der Richtkraft einer Magnetnadel, ihre Beziehung auf den Erdmagnetismus nur dem äußersten Osten von Asien, den Chinesen, eigentümlich. Tausend und mehr Jahre vor unserer Zeitrechnung, zu der dunklen Epoche des Kodros und der Rückkehr der Herakliden nach dem Peloponnes hatten die Chinesen schon magnetische Wagen, auf denen der bewegliche Arm einer Menschengestalt unausgesetzt nach Süden wies, um sicher den Landweg durch die unermeßlichen Grasebenen der Tatarei zu finden. Ein solcher Apparat, fse-nan (Andeuter des Südens) genannt, wurde unter der Dynastie der Tscheu 1100 Jahre vor unserer Zeitrechnung Gesandten von Tonkin und Cochinchina geschenkt. Der Magnetwagen bediente man sich noch bis in das 15. Jahrhundert nach Christus. Mehrere derselben wurden im kaiserlichen Palaste aufbewahrt und bei Erbauung buddhistischer Klöster zur Orientierung der Hauptseiten der Gebäude benutzt. Ja, im dritten Jahrhundert nach unserer Zeitrechnung, also wenigstens 700 Jahre vor der Einführung des Schiffs-

kompasses in den europäischen Meeren, segelten schon chinesische Fahrzeuge in dem Indischen Ozean nach magnetischer Südweisung.

Schon zwei Jahrhunderte früher, unter der Regierung des Markus Aurelius Antonius (An-tun bei den Schriftstellern der Dynastie der Han genannt), waren römische Legaten zu Wasser über Tonkin nach China gekommen. Aber nicht durch eine so vorübergehende Verbindung, sondern erst als sich der Gebrauch der Magnetnadel in dem ganzen Indischen Meere an den persischen und arabischen Küsten allgemein verbreitet hatte, wurde derselbe im zwölften Jahrhundert (sei es unmittelbar durch den Einfluß der Araber, sei es durch die Kreuzfahrer, die seit 1096 mit Ägypten und dem eigentlichen Orient in Berührung kamen) in das europäische Seewesen übertragen.

Von der Quantität der gleichzeitig durch Übertragung aus China den indischen, malaiischen und arabischen Seefahrern bekannten magnetischen Abweichung (Variation nannte man das Phänomen früh, ohne allen Beisatz) hatte sich die Kunde natürlich ebenfalls über das Becken des Mittelmeeres verbreitet. Dieses zur Korrektion der Schiffsrechnung so unentbehrliche Element wurde damals weniger durch Sonnenauf- und Untergang als durch den Polarstern, und in beiden Fällen sehr unsicher, bestimmt, doch auch bereits auf Seekarten getragen, z. B. auf die seltene Karte von Andrea Bianco, die im Jahre 1436 entworfen ist. Kolumbus, der ebensowenig als Sebastian Cabot zuerst die magnetische Abweichung erkannte, hatte das große Verdienst, am 13. September 1492 die Lage einer Linie ohne Abweichung 2,5° östlich von der azorischen Insel Corvo astronomisch zu bestimmen. Er sah, indem er in dem westlichen Teile des Atlantischen Ozeans vordrang, die Variation allmählich von Nordost in Nordwest übergehen. Diese Bemerkung leitete ihn schon auf den Gedanken, der in späteren Jahrhunderten so viel die Seefahrer beschäftigt hat, durch die Lage der Variationskurven, welche er noch dem Meridian parallel wähnte, die Länge zu finden. Man erfährt aus seinen Schiffsjournalen, daß er auf der zweiten Reise (1496), seiner Lage ungewiß, sich wirklich durch Deklinationsbeobachtungen

zu orientieren suchte. Die Einsicht in die Möglichkeit einer solchen Methode war gewiß auch „das untrügliche Geheimnis der Seelänge, welches durch besondere göttliche Offenbarung zu besitzen“ Sebastian Cabot auf seinem Sterbebette sich rühmte.

An die atlantische Kurve ohne Deklination knüpften sich in der leicht erregbaren Phantasie des Kolumbus noch andere, etwas träumerische Ansichten über Veränderung der Klimate, anomale Gestaltung der Erdkugel und außerordentliche Bewegungen himmlischer Körper, so daß er darin Motive fand, eine physikalische Grenzlinie zu einer politischen vorzuschlagen. Die Raya, auf der die Agujas de marear direkt nach dem Polarstern hinweisen, wurde so die Demarkationslinie für die Kronen von Portugal und Kastilien; und bei der Wichtigkeit, die geographische Länge einer solchen Grenze in beiden Hemisphären über die ganze Erdoberfläche astronomisch genau zu bestimmen, ward ein Dekret päpstlichen Übermuts, ohne es bezweckt zu haben, wohltätig und folgereich für die Erweiterung der astronomischen Nautik und die Vervollkommnung magnetischer Instrumente. Felipe Guillen aus Sevilla (1525) und wahrscheinlich früher der Kosmograph Alonso de Santa Cruz, Lehrer der Mathematik des jugendlichen Kaisers Karls V., konstruierten neue Variationskompasse, mit denen Sonnenhöhen genommen werden konnten. Der Kosmograph zeichnete 1530, also anderthalb Jahrhunderte vor Halley, freilich auf sehr unvollständige Materialien gegründet, die erste allgemeine Variationskarte. Wie lebhaft im 16. Jahrhundert seit dem Tode des Kolumbus und dem Streit über die Demarkationslinie die Tätigkeit in Ergründung des tellurischen Magnetismus erwachte, beweist die Seereise des Juan Jayme, welcher 1585 mit Francisco Gali von den Philippinen nach Acapulco schiffte, bloß um ein von ihm erfundenes Deklinationsinstrument auf dem langen Wege durch die Südsee zu prüfen.

Bei dem sich verbreitenden Hange zum Beobachten mußte auch der diesen immer begleitende, ja ihm öfter noch voreilende Hang zu theoretischen Spekulationen sich offenbaren. Viele alte Schiffersagen der Inder und Araber reden von Felsinseln, welche den Seefahrern

Unheil bringen, weil sie durch ihre magnetische Naturkraft alles Eisen, das in den Schiffen das Holzgerippe verbindet, an sich ziehen oder gar das ganze Schiff unbeweglich fesseln. Unter Einwirkung solcher Phantasien knüpfte sich früh an den Begriff eines polaren Zusammentreffens magnetischer Abweichungslinien das materielle Bild eines dem Erdpole nahen hohen Magnetberges. Auf der merkwürdigen Karte des neuen Kontinents, welche der römischen Ausgabe der Geographie des Ptolemäus vom Jahre 1508 beigefügt ist, findet sich nördlich von Grönland (Gruentlant), welches als dem östlichen Teil von Asien zugehörig dargestellt wird, der nördliche Magnetpol als ein Inselberg abgebildet. An Erreichung dieses Punktes, den man el calamitico nannte, waren große Erwartungen geknüpft, da man aus einem erst spät verschwundenen Vorurteil dort am Magnetpole alcun miraculoso stupendo effetto (irgend etwas Wunderbares) zu erleben gedachte.

Die uralte dunkle Ahnung von der Identität der elektrischen und magnetischen Anziehung ist in unserer Zeit in Erfüllung gegangen. „Wenn das Elektrum (der Bernstein)“, sagte Plinius im Sinne der ionischen Naturphilosophie des Thales, „durch Reibung und Wärme beseelt wird, so zieht es Bast und dürre Blätter an, ganz wie der Magnetstein das Eisen.“ Dieselben Worte finden wir in der Literatur eines Volkes, das den östlichen Teil von Asien bewohnt, bei dem chinesischen Physiker Kuopho in der Lobrede des Magneten. Nicht ohne Überraschung bemerkte ich auch an den waldigen Ufern des Orinoko bei den Kinderspielen der Wilden, unter Volksstämmen, welche auf der untersten Stufe der Roheit stehen, daß ihnen die Erregung der Elektrizität durch Reibung bekannt ist. Knaben rieben die trockenen, platten und glänzenden Samen eines rankenden Schotengewächses (wahrscheinlich einer Negretia) so lange, bis sie Fasern von Baumwolle und Bambusrohr anzogen. Was die nackten kupferbraunen Eingeborenen ergötzt, ist geeignet, einen tiefen und ernsten Eindruck zu hinterlassen. Welche Kluft trennt nicht das elektrische Spiel jener Wilden von der Erfindung eines gewitterentladenden metallischen Leiters, einer viele Stoffe chemisch zersetzenden Säule, eines licht-

erzeugenden magnetischen Apparates! In solcher Kluft liegen Jahrtausende der geistigen Entwicklungsgeschichte der Menschheit vergraben!

Ein von Galilei bewunderter Mann, dessen Verdienst Baco gänzlich verkannte, William Gilbert, hatte an dem Ende des 16. Jahrhunderts eine erste großartige Ansicht von der magnetischen Erdkraft aufgestellt. Er unterschied zuerst deutlich in ihren Wirkungen Magnetismus von Elektrizität, hielt aber beide für Emanationen der einigen, aller Materie als solcher inwohnenden Grundkraft. Er hat, wie es der Genius vermag, nach schwachen Analogien vieles glücklich geahnt, ja nach den klaren Begriffen, die er sich von dem tellurischen Magnetismus machte, schrieb er schon die Entstehung der Pole in den senkrechten Eisenstangen am Kreuz alter Kirchtürme der Mitteilung der Erdkraft zu. Er lehrte in Europa zuerst durch Streichen mit dem Magnetsteine Eisen magnetisch machen, was freilich die Chinesen fast 500 Jahre früher wußten. Dem Stahle gab schon damals Gilbert den Vorzug vor dem weichen Eisen, weil jener die mitgeteilte Kraft dauerhafter sich aneigne und für längere Zeit ein Träger des Magnetismus werden könne.

Der tellurische Magnetismus, die elektrodynamischen Kräfte, stehen gleichzeitig in innigem Verkehr mit dem Erd- oder Polarlichte, wie mit der inneren und äußeren Wärme des Planeten. Das Nordlicht ist nicht sowohl eine äußere Ursache der Störung in dem Gleichgewicht der Verteilung des Erdmagnetismus, sondern vielmehr eine bis zum leuchtenden Phänomen gesteigerte tellurische Tätigkeit, deren eine Seite die unruhige Schwingung der Nadel und deren andere das polare Leuchten des Himmelsgewölbes ist. Das Polarlicht erscheint nach dieser Ansicht als eine Art stiller Entladung, als das Ende eines magnetischen Ungewitters; in dem elektrischen erneuert sich ebenfalls durch eine Lichtentwicklung, durch Blitze, von krachendem Donner begleitet, das gestörte Gleichgewicht der Elektrizität. Auch der Prozeß des Nordlichts ist der Akt der Wiederherstellung eines zerstörten Gleichgewichts.

Was diesem Naturphänomen seine Wichtigkeit gibt, ist die

Tatsache, daß die Erde leuchtend wird, daß ein Planet außer dem Lichte, welches er von dem Zentralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtprozesses fähig zeigt. Die Intensität des Erdlichtes oder vielmehr die Erhellung, welche dasselbe verbreiten kann, übertrifft bei dem höchsten Glanze farbiger und nach dem Zenit aufsteigender Strahlung um ein weniges das Licht des ersten Mondviertels. Bisweilen (7. Januar 1831) hat man ohne Anstrengung Gedrucktes lesen können. Dieser, in den Polargegenden fast ununterbrochene Lichtprozeß der Erde leitet uns durch Analogien auf die denkwürdige Erscheinung, welche die Venus darbietet. Der von der Sonne nicht erleuchtete Teil dieses Planeten leuchtet bisweilen mit einem eigenen phosphorischen Scheine. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Mond, Jupiter und die Kometen außer dem durch Polariskope erkennbaren reflektierten Sonnenlichte auch von ihnen selbst hervorgebrachtes Licht ausstrahlen. Ohne der problematischen, aber sehr gewöhnlichen Art des Wetterleuchtens zu erwähnen, in der ein ganzes tiefstehendes Gewölk viele Minuten lang ununterbrochen flimmernd leuchtet, finden wir in unserem Dunstkreise selbst noch andere Beispiele irdischer Lichterzeugung. Dahin gehören der berühmte bei Nacht leuchtende trockene Nebel der Jahre 1783 und 1831; der stille, von Rozier und Beccaria beobachtete Lichtprozeß großer Wolken, ohne alles Flimmern; ja, wie Arago scharfsinnig bemerkt, das schwache diffuse Licht, welches in tief bewölkten mond- und sternlosen Herbst- und Winternächten ohne Schnee unter freiem Himmel unsre Schritte leitet. Wie im Polarlichte, im elektromagnetischen Ungewitter, in hohen Breiten die Flut des bewegten, oft farbigen Lichtes den Luftkreis durchströmt, so sind in der heißen Zone der Tropen viele tausend Quadratmeilen des Ozeans gleichzeitig lichterzeugend. Hier gehört der Zauber des Lichtes den organischen Kräften der Natur an. Lichtschäumend kräuselt sich die überschlagende Welle, Funken sprüht die weite Fläche, und jeder Funke ist die Lebensregung einer unsichtbaren Tierwelt. So mannigfaltig ist der Urquell des irdischen Lichtes. Soll man es sich gar noch verborgen, unentfesselt, in Dämpfen gebunden denken zur Erklärung der Moserschen Bilder aus der Ferne?

einer Entdeckung, in welcher uns die Wirklichkeit bisher wie ein geheimnisschweres Traumbild erscheint. —

* * *

Die ältesten geognostischen Betrachtungen, zu denen wir, die religiösen Traditionen der Völker ausschließend, aufsteigen können, lassen sich in dem dauernden Reflex wiedererkennen, den sie auf die Benennungen ausgeübt haben, welche man in der Wissenschaft bis zu der neuesten Zeit großen Abteilungen der Gebirgsmassen gegeben hat. Die bleibenden Spuren der Umwandlungen, welche im Laufe der Jahrtausende die trockene, dem Menschen bewohnbare Feste erlitten hat, die Ansicht von Versteinerungen von Meerkorallen (sogenannten Fossilien) in den Steinbrüchen von Syrakus, ja von Fischen im Marmor von Paros, leiteten bei den Hellenen Xenophanes von Kolophon und die eleatische Schule auf die Verallgemeinerung der Ansicht, daß die ganze Erdrinde früh vom Ozean bedeckt war. Strabo, aufmerksam auf die oft veränderten Grenzen zwischen Meer und Land, dachte sich nicht bloß viele kleine und große Inseln, sondern auch ganze Kontinente aus dem Meere durch Anschwellung und Erhebung seines Bodens emporgestiegen. Apulejus von Madaura schrieb die Muschelversteinerungen, die er in Nordafrika in den gätulischen Gebirgen sammelte, der Deukalionischen Flut zu, welche er demnach ebenso allgemein glaubte, als die Hebräer die Noachidische und die Mexikaner im Aztekenlande (Anahuac) die Flut des Coxcox. Entgegengesetzt diesen alten Zeugnissen neptunischer Sedimentbildungen hatten sich gleichzeitig und vielleicht noch früher der typhonische Kaukasusmythos und die Idee des Pyriphlegethon als der gemeinsamen Quelle der vulkanischen Tätigkeit wie der Entstehung aller Brandländer verbreitet. Die Laven und vulkanischen Schlacken, alle Feuerströme, „wo auf der Erde sie sich finden mögen", sind Teile des Pyriphlegethon. Typhon, der tobende Enkeladus, ist in griechischer Volksphantasie eine Bezeichnung des Zentralfeuers, einer unbekannten, im Innern der Erde liegenden Ursache vulkanischer Erscheinungen. Man erkannte den räumlichen Zusammenhang einzelner vulkanischer Systeme, von

der pithekusischen Insel Änaria (Ischia) bis Cumä (Phlegra) und Sizilien, die Abhängigkeit einer gewissen Klasse der Erdbeben in Griechenland von den Lavaausbrüchen des Ätna, welche das innere Pneuma (die Kraft der Dämpfe, die man mit der des unterirdischen Windes verwechselt) veranlaßt. Der Glaube an das Zentralfeuer wird auch im dritten Jahrhundert von dem heiligen Patricius, Bischof von Pertusa, in seiner Erklärung der heißen Quellen bei Karthago deutlich ausgesprochen, indem er sagt: Die Wasser, welche von dem unterirdischen Feuer entfernter sind, zeigen sich kälter als die, welche nahe demselben entquellen. So finden wir im Altertum bei Betrachtung der Erdschichten herausgehoben den Kontrast zwischen Wasser- und Feuerbildung, ganz als Vorklang unserer frühesten Einteilung in neptunisches und vulkanisches Gestein. —

Die Wirkung eines feuerspeienden Berges, so furchtbar malerisch auch das Bild ist, welches sie den Sinnen darbietet, ist doch immer auf einen sehr kleinen Raum eingeschränkt. Ganz anders ist es mit den Erdstößen, die, dem Auge kaum bemerkbar, bisweilen gleichzeitig in tausend Meilen Entfernung ihre Wellen fortpflanzen. Das große Erdbeben, welches am 1. November 1755 Lissabon zerstörte und dessen Wirkungen der große Weltweise Immanuel Kant so trefflich nachgespürt hat, wurde in den Alpen, an den schwedischen Küsten, auf den antillischen Inseln (Antigua, Barbados und Martinique), in den großen Seen von Kanada wie in Thüringen und in dem nördlichen Flachlande von Deutschland, in kleinen Binnenwassern der baltischen Ebenen empfunden. Ferne Quellen wurden in ihrem Lauf unterbrochen, eine Erscheinung bei Erdstößen, auf die im Altertume schon Demetrius der Kallatianer aufmerksam gemacht hatte. Die Teplitzer Thermen versiegten und kamen, alles überschwemmend, mit vielem Eisenocker gefärbt zurück. In Cadix erhob sich das Meer zu 60 Fuß (19,5 m) Höhe, während in den kleinen Antillen die gewöhnlich nur 26 bis 28 Zoll (693—743 mm) hohe Flut urplötzlich tintenschwarz 20 Fuß (6,5 m) hoch stieg. Man hat berechnet, daß am 1. Nov. 1755 ein Erdraum gleichzeitig erbebte, welcher an Größe viermal die Oberfläche von Europa übertraf. Auch ist noch keine andere Äußerung

einer Kraft bekannt geworden (die mörderischen Erfindungen unseres eigenen Geschlechts mit eingerechnet), durch welche in dem kurzen Zeitraum von wenigen Sekunden oder Minuten eine größere Zahl von Menschen (sechzigtausend in Sizilien 1693, dreißig- bis vierzigtausend im Erdbeben von Riobamba 1797, vielleicht fünfmal so viel in Kleinasien und Syrien unter Tiber und Justin dem Älteren um die Jahre 19 und 526) getötet wurden.

Man hat Beispiele in der Andeskette von Südamerika, daß die Erde mehrere Tage hintereinander ununterbrochen erbebte; Erschütterungen aber, die fast zu jeder Stunde monatelang gefühlt wurden, kenne ich nur fern von allen Vulkanen: am östlichen Abfall der Alpenkette des Mont Cenis bei Fenestrelles und Pignerol seit April 1808, in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen Neu-Madrid und Little Prairie (nördlich von Cincinnati) im Dez. 1811 wie den ganzen Winter 1812, im Paschalik von Aleppo in den Monaten August und September 1822. Da der Volksglaube sich nie zu allgemeinen Ansichten erheben kann und daher immer große Erscheinungen lokalen Erd- und Luftprozessen zuschreibt, so entsteht überall, wo die Erschütterungen lange dauern, die Besorgnis vor dem Ausbrechen eines neuen Vulkans. In einzelnen, seltenen Fällen hat sich allerdings diese Besorgnis begründet gezeigt: so bei plötzlicher Erhebung vulkanischer Eilande, so in der Entstehung des Vulkans von Jorullo (eines neuen Berges von 1580 Fuß [513 m] Höhe über der alten benachbarten Ebene) am 29. September 1759, nach 90 Tagen Erdbebens und unterirdischen Donners.

Was uns beim Erdbeben so wunderbar ergreift, ist die Enttäuschung von dem angeborenen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit des Starren, der festen Erdschichten. Von früher Kindheit sind wir an den Kontrast zwischen dem beweglichen Element des Wassers und der Unbeweglichkeit des Bodens gewöhnt, auf dem wir stehen. Alle Zeugnisse unserer Sinne haben diesen Glauben befestigt. Wenn nun urplötzlich der Boden erbebt, so tritt geheimnisvoll eine unbekannte Naturmacht als das Starre bewegend, als etwas Handelndes auf. Ein Augenblick vernichtet die Illusion des ganzen früheren Lebens.

Enttäuscht sind wir über die Ruhe der Natur; wir fühlen uns in den Bereich zerstörender, unbekannter Kräfte versetzt. Jeder Schall, die leiseste Regung der Lüfte spannt unsere Aufmerksamkeit. Man traut gleichsam dem Boden nicht mehr, auf den man tritt. Das Ungewöhnliche der Erscheinung bringt dieselbe ängstliche Unruhe bei Tieren hervor. Schweine und Hunde sind besonders davon ergriffen. Die Krokodile im Orinoko, sonst so stumm als unsere kleinen Eidechsen, verlassen den erschütterten Boden des Flusses und laufen brüllend dem Walde zu.

Dem Menschen stellt sich das Erdbeben als etwas Allgegenwärtiges, Unbegrenztes dar. Von einem tätigen Ausbruchkrater, von einem auf unsere Wohnung gerichteten Lavastrom kann man sich entfernen, bei dem Erdbeben glaubt man sich überall, wohin auch die Flucht gerichtet sei, über dem Herd des Verderbens. Ein solcher Zustand des Gemüts, aus unserer innersten Natur hervorgerufen, ist aber nicht von langer Dauer. Folgt in einem Lande eine Reihe von schwachen Erdstößen aufeinander, so verschwindet bei den Bewohnern fast jegliche Spur der Furcht. An den regenlosen Küsten von Peru kennt man weder Hagel noch den rollenden Donner und die leuchtenden Explosionen im Luftkreise. Den Wolkendonner ersetzt dort das unterirdische Getöse, welches die Erdstöße begleitet. Vieljährige Gewohnheit und die sehr verbreitete Meinung, als seien gefahrbringende Erschütterungen nur zwei- oder dreimal in einem Jahrhundert zu befürchten, machen, daß in Lima schwache Oszillationen des Bodens kaum mehr Aufmerksamkeit erregen als ein Hagelwetter in der gemäßigten Zone.

Wir sehen als die Folge planetarischer Lebenstätigkeit aus dem Boden ausströmen: Wasserdämpfe und gasförmige Kohlensäure, meist frei von aller Beimengung von Stickstoff; gekohltes Wasserstoffgas (in der chinesischen Provinz Ssetschuan seit Jahrtausenden, in dem nordamerikanischen Staate von New York im Dorfe Fredonia ganz neuerdings zum Kochen und zur Beleuchtung benutzt); Schwefelwasserstoffgas und Schwefeldampf, seltener schweflige und Hydrochlorsäure. Solche Ausströmungen aus Erdspalten bezeichnen nicht bloß die Gebiete noch brennender oder längst erloschener Vulkane, man

beobachtet sie auch ausnahmsweise in Gegenden, in denen nicht Trachyt und andere vulkanische Gesteine unbedeckt zu Tage ausstehen. In der Andeskette von Quindiu habe ich Schwefel in einer Höhe von 6410 Fuß (2082 m) über dem Meere sich im Glimmerschiefer aus warmen Schwefeldämpfen niedergeschlagen gesehen, während dieselbe einst für uranfänglich gehaltene Gebirgsart in dem Cerro Cuello bei Ticsan (südlich von Quito) ein ungeheures Schwefellager in reinem Quarze zeigt.

Heiße Quellen brechen aus den allerverschiedenartigsten Gebirgsarten hervor; ja die heißesten unter den permanenten, die man bisher beobachtet und die ich selbst aufgefunden, zeigen sich fern von allen Vulkanen. Ich führe hier aus meinem Reiseberichte die Aguas calientes de las Trincheras in Südamerika, zwischen Porto Cabello und Nueva Valencia, und die Aguas de Comangillas im mexikanischen Gebiete bei Guanaxuato an; die ersten, aus Granit ausbrechend, hatten 90°,3, die zweiten, aus Basalt ausbrechend, 96°,4. Die Tiefe des Herdes, aus welchem Wasser von dieser Temperatur aufsteigen, ist nach dem, was wir von dem Gesetz der Wärmezunahme im Innern der Erde wissen, wahrscheinlich an 6700 Fuß (2176 m, über 1/4 einer geographischen Meile). Die heißesten aller permanenten Quellen (zwischen 95° und 97°) sind merkwürdigerweise die reinsten, die, welche am wenigsten Mineralstoffe aufgelöst enthalten (die Heilquellen von Luxueil, Pfeffers und Gastein, deren Art der Wirksamkeit wegen ihrer Reinheit so rätselhaft scheinen kann). Ihre Temperatur scheint im ganzen auch minder beständig als die der Quellen zwischen 50° und 74°, deren Unveränderlichkeit in Wärme und Mineralgehalt, in Europa wenigstens, sich so wunderbar bewährt hat.

Die Quellen in Griechenland fließen erweislich noch an denselben Orten wie in dem hellenischen Altertume. Die Erasinusquelle, zwei Stunden Weges südlich von Argos am Abhange des Chaon, erwähnt schon Herodot. Bei Delphi sieht man noch die Kassotis (jetzt Brunnen des heil. Nikolaos), südlich von der Lesche entspringend und unter dem Apollotempel durchfließend; auch die Kastalia am Fuß der Phä-

driaden und die Pirene bei Akrokorinth, wie die heißen Bäder von Ädepsos auf Euböa, in denen Sulla während des Mithridatischen Krieges badete. Ich führe gern diese Einzelheiten an, weil sie lebhaft daran erinnern, wie in einem so häufigen und heftigen Erderschütterungen ausgesetzten Lande doch das Innere unseres Planeten in kleinen Verzweigungen offener und Wasser führender Spalten wenigstens 2000 Jahre lang seine alte Gestaltung hat bewahren können. Auch die Fontaine jaillissante von Lillers im Departement du Pas de Calais ist bereits im Jahre 1126 erbohrt worden und seitdem ununterbrochen zu derselben Höhe mit derselben Wassermenge gestiegen; ja, der vortreffliche Geograph der karamanischen Küste, Kapitän Beaufort, hat dieselbe Flamme, genährt von ausströmendem brennbaren Gas, im Gebiet des Phaselis leuchten sehen, welche Plinius als die Flamme der Chimära in Lyzien beschreibt.

Die von Arago 1821 gemachte Beobachtung, daß die tieferen artesischen Brunnen die wärmeren sind, hat zuerst ein großes Licht auf den Ursprung der Thermalquellen und auf die Auffindung des Gesetzes der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme verbreitet. —

(Es folgt die Partie, die am wenigsten vor der neueren Wissenschaft standgehalten hat, die ausführliche Erörterung der Vulkane, der Bildung der Gesteine, der vorweltlichen Tiere und Pflanzen, der Verteilung und Gliederung von Wasser und Land. Aus den noch heute zutreffenden Einzelbeschreibungen der verschiedenen Vulkane — Humboldt zählt deren 407 auf dem Erdkörper, davon noch in der neueren Zeit sich 225 als entzündet gezeigt haben — nur folgendes):

Der Vulkan von Masaya, dessen Ruf unter dem Namen der Hölle, el Infierno de Masaya, schon im Anfang des 16. Jahrhunderts weit verbreitet war und zu Berichten an Kaiser Karl V. Anlaß gab, liegt zwischen den beiden Seen Nicaragua und Managua, südwestlich von dem reizenden Indianerdorfe Nindiri. Er bot jahrhundertelang dasselbe seltene Phänomen dar, das wir am Vulkan von Stromboli beschrieben haben. Man sah vom Kraterrande aus in dem rotglühenden Schlunde die von Dämpfen bewegten auf und nieder schlagenden Wellen flüssiger Lava. Der spanische Geschicht-

schreiber Gonzalez Fernando de Oviedo bestieg den Masaya zuerst im Juli 1529 und stellte Vergleichungen an mit dem Vesuv, welchen er früher (1501) in Begleitung der Königin von Neapel als ihr xefe de guardaropa besucht hatte. Der Name Masaya gehört der Chorotegasprache von Nicaragua an und bedeutet brennender Berg. Der Vulkan, von einem weiten Lavafelde (mal pays) umgeben, das er wahrscheinlich selbst erzeugt hat, wurde damals zu der Berggruppe der „neun brennenden Maribios" gezählt. In dem gewöhnlichen Zustande, sagt Oviedo, steht die Oberfläche der Lava, auf welcher schwarze Schlacken schwimmen, mehrere hundert Fuß unter dem Kraterrande; bisweilen aber ist die Aufwallung plötzlich so groß, daß die Lava fast den oberen Rand erreicht. Das perpetuierliche Lichtphänomen wird, wie Oviedo sich bestimmt und scharfsinnig ausdrückt, nicht durch eine eigentliche Flamme, sondern durch von unten erleuchteten Dampf verursacht. Es soll von solcher Intensität gewesen sein, daß auf dem Wege vom Vulkan nach Granada, in mehr als drei leguas (20 km) Entfernung, die Erleuchtung der Gegend fast der des Vollmondes glich.

Acht Jahre nach Oviedo erstieg den Vulkan der Dominikanermönch Fray Blas del Castillo, welcher die alberne Meinung hegte, daß die flüssige Lava im Krater flüssiges Gold sei, und sich mit einem ebenso habsüchtigen Franziskanermönche aus Flandern, Fray Juan de Gandavo, verband. Beide, die Leichtgläubigkeit der spanischen Ankömmlinge benutzend, stifteten eine Aktiengesellschaft, um auf gemeinschaftliche Kosten das Metall zu erbeuten. Sie selbst, setzt Oviedo satirisch hinzu, erklären sich als Geistliche von allem pekuniären Zuschusse befreit. Der Bericht, welcher über die Ausführung dieses kühnen Unternehmens Fray Blas' del Castillo (dieselbe Person, die in den Schriften von Gomara, Benzoni und Herrera Fray Blas de Inesta genannt wird) an den Bischof von Castilla del Oro, Thomas de Verlenga, erstattete, ist erst (1840) durch das Auffinden von Oviedos Schrift über Nicaragua bekannt geworden. Fray Blas, der früher als Matrose auf einem Schiffe gedient hatte, wollte die Methode nachahmen, mittels welcher, an Seilen über dem Meere hängend, die

Einwohner der Kanarischen Inseln den Färbestoff der Orseille (Lichen Roccella) an schroffen Felsen sammeln. Es wurden monatelang oft geänderte Vorrichtungen getroffen, um vermittelst eines Drehhaspels und Krans einen mehr als 30 Fuß (10 m) langen Balken über dem tiefen Abgrunde hervortreten zu lassen. Der Dominikanermönch, das Haupt mit einem eisernen Helm bedeckt und ein Kruzifix in der Hand, wurde mit drei anderen Mitgliedern der Assoziation herabgelassen; sie blieben eine ganze Nacht in diesem Teile des festen Kraterbodens, von dem aus sie mit irdenen Gefäßen, die in einem eisernen Kessel standen, vergebliche Versuche zum Schöpfen des vermeinten flüssigen Goldes machten. Um die Aktionäre nicht abzuschrecken, kamen sie überein, zu sagen, wenn sie herausgezogen würden, sie hätten große Reichtümer gefunden, und die Hölle (el Infierno) von Masaya verdiente künftig el Paraiso de Masaya genannt zu werden. Die Operation wurde später mehrmals wiederholt, bis der Governador der nahen Stadt Granada Verdacht des Betruges oder gar einer Defraudation des Fiskus schöpfte und „ferner sich an Seilen in den Krater hinabzulassen" verbot. Dies geschah im Sommer 1538; aber 1551 erhielt dennoch wieder der Dekan des Kapitels von Leon, Juan Alvarez, die naive Erlaubnis von Madrid, „den Vulkan zu öffnen und das Gold zu gewinnen, welches er enthalte". So fest stand der Volksglaube im 16. Jahrhundert! Mußten doch noch im Jahre 1822 in Neapel Monticelli und Covelli durch chemische Versuche erweisen, daß die am 28. Oktober ausgeworfene Asche des Vesuvs kein Gold enthalte!

Der tätigste von allen Vulkanen Südamerikas ist der Sangay, der auch Volcan de Macas genannt wird, weil die Reste dieser alten, in der ersten Zeit der Conquista volkreichen Stadt am Rio Upano nur 7 geogr. Meilen (52 km) südlicher liegen. Der kolossale Berg von 16068 Fuß (5219 m) Höhe (der Vesuv nur 1218 m hoch!), hat sich am östlichen Abhange der östlicheren Kordillere erhoben, zwischen zwei Systemen von Zuflüssen des Amazonenstromes, denen des Pastaza und des Upano. Das große, unvergleichbare Feuerphänomen, das er jetzt darbietet, scheint erst im Jahre 1728 begonnen zu haben. Bei

der astronomischen Gradmessung von Bouguer und La Condamine (1738—1740) diente der Sangay als ein perpetuierliches Feuersignal. Ich selbst hörte monatelang im Jahre 1802, besonders am frühen Morgen, seinen Donner in Chillo, dem anmutigen Landsitze des Marques de Selvalegre nahe bei Quito, wie ein halbes Jahrhundert früher Don Jorge Juan die ronquidos del Sangay etwas weiter nordöstlich, bei Pintac, am Fuße des Antisana, vernommen hatte. In den Jahren 1842 und 1843, wo die Eruptionen mit dem meisten Getöse verbunden waren, hörte man dasselbe deutlichst nicht bloß im Hafen von Guayaquil, sondern auch weiter südlich längs der Südseeküste bis Payta und San Buenaventura, in einem Abstande wie Berlin von Basel, die Pyrenäen von Fontainebleau, oder London von Aberdeen.

In der Reihe der mexikanischen Vulkane ist das größte und seit meiner amerikanischen Reise berufenste Phänomen die Erhebung und der Lavaerguß des neu erschienenen Jorullo. Dieser Vulkan, dessen auf Messungen gegründete Topographie ich zuerst bekannt gemacht habe, bietet durch seine Lage zwischen den beiden Vulkanen von Toluca und Colima, und durch seinen Ausbruch auf der großen Spalte vulkanischer Tätigkeit, welche sich vom Atlantischen Meere bis an die Südsee erstreckt, eine wichtige und deshalb um so mehr bestrittene geognostische Erscheinung dar. Dem mächtigen Lavastrome folgend, welchen der neue Vulkan ausgestoßen, ist es mir gelungen, tief in das Innere des Kraters zu gelangen und in demselben Instrumente aufzustellen. Dem Ausbruch in einer weiten, lange friedlichen Ebene der ehemaligen Provinz Michoacan in der Nacht vom 28. zum 29. September 1759, über 30 geographische Meilen (220 km) von jedem anderen Vulkane entfernt, ging seit dem 29. Juni desselben Jahres, also drei volle Monate lang, ein ununterbrochenes unterirdisches Getöse voraus. Der Ausbruch des neuen Vulkanes um 3 Uhr morgens verkündigte sich tags vorher durch eine Erscheinung, welche bei anderen Eruptionen nicht den Anfang, sondern das Ende zu bezeichnen pflegt. Da, wo gegenwärtig der große Vulkan steht, war ehemals ein dichtes Gebüsch von der ihrer wohlschmeckenden

Früchte wegen bei den Eingeborenen so beliebten Guayava (Psidium pyriferum). Arbeiter aus den Zuckerrohrfeldern der Hacienda de San Pedro Jorullo waren ausgegangen, um Guayavafrüchte zu sammeln. Als sie nach der Meierei (hacienda) zurückkehrten, bemerkte man mit Erstaunen, daß ihre großen Strohhüte mit vulkanischer Asche bedeckt waren. Es hatten sich demnach schon in dem, was man jetzt das Malpais nennt, wahrscheinlich am Fuße der hohen Basaltkuppe el Cuiche, Spalten geöffnet, welche diese Asche ausstießen, ehe noch in der Ebene sich etwas zu verändern schien. Aus einem in den bischöflichen Archiven von Valladolid aufgefundenen Briefe des Pater Joaquin de Ansogorri, welcher drei Wochen nach dem Tage des ersten Ausbruches geschrieben ist, scheint zu erhellen, daß der Pater Isidro Molina, aus dem Jesuitenkollegium des nahen Patzcuaro hingesandt, „um den von dem unterirdischen Getöse und den Erdbeben aufs äußerste beunruhigten Bewohnern der Playas de Jorullo geistlichen Trost zu geben", zuerst die zunehmende Gefahr erkannte und dadurch die Rettung der ganzen kleinen Bevölkerung veranlaßte.

In den ersten Stunden der Nacht lag die schwarze Asche schon einen Fuß (32 cm) hoch; alles floh gegen die Anhöhen von Aguasarco zu, einem Indianerdörfchen, das 2260 Fuß (734 m) höher als die alte Ebene von Jorullo liegt. Von diesen Höhen aus sah man (so geht die Tradition) eine große Strecke Landes in furchtbarem Feuerausbruch, und „mitten zwischen den Flammen (wie sich die ausdrückten, welche das Bergaufsteigen erlebt) erschien, gleich einem schwarzen Kastell, ein großer, unförmiger Klumpen". Bei der geringen Bevölkerung der Gegend (die Indigo- und Baumwollenkultur war damals nur sehr schwach betrieben) hat selbst die Stärke langdauernder Erdbeben kein Menschenleben gekostet, obgleich durch dieselben bei den Kupfergruben von Inguaran, in dem Städtchen Patzcuaro, in Santiago de Ario, und viele Meilen weiter, doch nicht über S. Pedro Churumuco hinaus, Häuser umgestürzt worden waren. In der Hacienda de Jorullo hatte man bei der allgemeinen nächtlichen Flucht einen taubstummen Negersklaven mitzunehmen vergessen. Ein Mestize hatte die Menschlichkeit, umzukehren und ihn, als die Wohnung noch

stand, zu retten. Man erzählt gern noch heute, daß man ihn knieend, eine geweihte Kerze in der Hand, vor dem Bilde de Nuestra Senora de Guadalupe gefunden habe.

* * *

In dem jetzigen Zustande der Oberfläche unseres Planeten verhält sich das Areal der Feste zu dem des Flüssigen wie 1 zu $2\,{}^{4}/_{5}$ (nach Rigaud wie 100 : 270). Die Inseln bilden dermalen kaum ${}^{1}/_{23}$ der Kontinentalmassen. Im Mittelalter herrschte die Meinung, daß die Meere nur den siebenten Teil der Erdoberfläche bedeckten; eine Meinung, welche der Kardinal d'*Ailly* auf das apokryphische 4. Buch Esra gründete. Kolumbus, der seine kosmologischen Kenntnisse immer aus den Werken des Kardinals schöpfte, hatte ein großes Interesse, diese Meinung von der Kleinheit der Meere, zu welcher wohl auch der mißverstandene Ausdruck des „Flusses Ozean" beitrug, zu verteidigen.

Über den Kausalzusammenhang der großen *Begebenheiten der Länderbildung*, der Ähnlichkeit und des Kontrastes in der Gestaltung ist wenig empirisch zu ergründen. Wir erkennen nur das *eine*: daß die wirkende Ursache unterirdisch ist, daß die jetzige Länderform nicht auf einmal entstanden, sondern von der Epoche der silurischen Formation (neptunischen Abscheidung) bis zu den Tertiärschichten nach mannigfaltigen oszillierenden Hebungen und Senkungen des Bodens sich allmählich vergrößert hat und aus einzelnen kleineren Kontinenten zusammengeschmolzen ist. Die dermalige Gestaltung ist das Produkt zweier Ursachen, die aufeinanderfolgend gewirkt haben: einmal einer unterirdischen Kraftäußerung, deren Maß und Richtung wir *zufällig* nennen, weil wir sie nicht zu bestimmen vermögen, weil sie sich für unsern Verstand dem Kreise der *Notwendigkeit* entzieht; zweitens der auf der Oberfläche wirkenden Potenzen, unter denen vulkanische Ausbrüche, Erdbeben, Entstehung von Bergketten und Meeresströmungen die Hauptrolle gespielt haben. Wie ganz anders würde der Temperaturzustand der Erde und mit ihm der Zustand der Vegetation, des Ackerbaues und der menschlichen Gesell-

schaft sein, wenn die Hauptachse des neuen Kontinents einerlei Richtung mit der des alten hätte; wenn die Andeskette, statt meridianartig, von Osten nach Westen aufgestiegen wäre; wenn südlich von Europa kein festes, wärmestrahlendes Tropenland (Afrika) läge; wenn das Mittelmeer, das einst mit dem Kaspischen und Roten Meere zusammenhing und ein so wesentliches Beförderungsmittel der Völkergesittung geworden ist, nicht existierte; wenn sein Boden zu gleicher Höhe mit der lombardischen und kyrenaischen Ebene gehoben worden wäre!

Daß die Hebung der Kontinente eine wirkliche Hebung, nicht bloß eine scheinbare, der Gestalt der Oberfläche des Meeres zugehörige sei, scheint nach einer jetzt allgemein verbreiteten Ansicht der Geognosten aus der langen Beobachtung zusammenhängender Tatsachen wie aus der Analogie wichtiger vulkanischer Erscheinungen zu folgen. Während die ganze schwedische und finnländische Küste von der Grenze des nördlichen Schonens (Sölvitsborg) über Gefle bis Tornea und von Tornea bis Abo sich hebt (in einem Jahrhundert bis 4 Fuß = 1,30 m), sinkt nach Nilson das südliche Schweden. Die Inseln Saltholm, Kopenhagen gegenüber, und Bornholm steigen aber sehr wenig; Bornholm kaum 1 Fuß (32 cm) in einem Jahrhundert. Das Maximum der hebenden Kraft scheint im nördlichen Lappland zu liegen. Die Hebung nimmt gegen Süden bis Kalmar und Sölvitsborg allmählich ab. Dem Auffsteigen entspricht bisweilen als Folge der Faltung der Erdschichten ein bemerkbares Sinken: so in West-Grönland (nach Pingel und Graah), in Dalmatien und in Schonen.

Wenn man es für überaus wahrscheinlich hält, daß im Jugendalter unseres Planeten die oszillierenden Bewegungen des Bodens, die Hebung und Senkung der Oberfläche intensiver als jetzt waren, so darf man weniger erstaunt sein, im Inneren der Kontinente selbst noch einzelne Teile der Erdoberfläche zu finden, welche tiefer als der dermalige, überall gleiche Meeresspiegel liegen. Beispiele dieser Art bieten dar die vom General Andréossy beschriebenen Natronseen, die kleinen bitteren Seen auf der Landenge von Suez, das Kaspische

Meer, der See Tiberias und vor allem das Tote Meer. Das Niveau der Wasser in den beiden letzten Seen ist 625 und 1230 Fuß (207 und 400 m) niedriger als der Wasserspiegel des Mittelländischen Meeres. Wenn man das Schuttland, welches die Steinschichten in so vielen ebenen Gegenden der Erde bedeckt, plötzlich wegnehmen könnte, so würde sich offenbaren, wie viele Teile der felsigen Erdoberfläche auch dermalen tiefer liegen als der jetzige Wasserspiegel. Das periodische, wenngleich unregelmäßig wechselnde Steigen und Fallen der Wasser des Kaspischen Meeres, wovon ich selbst in dem nördlichen Teile dieses Beckens deutliche Spuren gesehen, scheint zu beweisen, wie die Beobachtungen von Darwin in den Korallenmeeren, daß ohne eigentliches Erdbeben der Erdboden noch jetzt derselben sanften und fortschreitenden Oszillationen fähig ist, welche in der Urzeit, als die Dicke der schon erharteten Erdrinde geringer war, sehr allgemein gewesen sind.

Die Erscheinungen, auf welche wir hier die Aufmerksamkeit heften, mahnen an die Unbeständigkeit der gegenwärtigen Ordnung der Dinge, an die Veränderungen, denen nach langen Zeitintervallen der Umriß und die Gestaltung der Kontinente sehr wahrscheinlich unterworfen sind. Was für die nächsten Menschenalter kaum bemerkbar ist, häuft sich in Perioden an, von deren Länge uns die Bewegung ferner Himmelskörper das Maß gibt. Seit 8000 Jahren ist vielleicht das östliche Ufer der skandinavischen Halbinsel um 320 Fuß (104 m) gestiegen; in 12000 Jahren werden, wenn die Bewegung gleichmäßig ist, Teile des Meerbodens, welche dem Ufer der Halbinsel naheliegen und heute noch mit einer Wasserschicht von beinahe 50 Brassen Dicke (1 Brasse = 5 Fuß = 1,627 m) bedeckt sind, an die Oberfläche kommen und anfangen, trocken zu liegen. Was ist aber die Kürze dieser Zeiten gegen die Länge der geognostischen Perioden, welche die Schichtenfolge der Formationen und die Scharen untergegangener, ganz verschiedenartiger Organismen uns offenbaren! Die *mittlere* Höhe des nicht gebirgigen Teils von Frankreich beträgt noch nicht volle 480 Fuß (156 m). Mit älteren *geognostischen Perioden* verglichen, in denen größere Veränderungen im Innern

des Erdkörpers vorgingen, gehört also eben nicht eine sehr lange Zeit dazu, um sich beträchtliche Teile vom nordwestlichen Europa bleibend überschwemmt, in ihren Litoraleumrissen wesentlich anders gestaltet zu denken, als sie es dermalen sind.

Alles, was auf der Oberfläche des Planeten, dem Wohnsitze des Menschengeschlechtes, Abwechselung der Formen und Vielgestaltung (Polymorphie) erzeugt (neben den Bergketten große Seen, Grassteppen, selbst Wüsten, von Waldgegenden küstenartig umgeben), prägt dem Völkerleben einen eigentümlichen Charakter ein. Schneebedeckte Hochmassen hindern den Verkehr; aber ein Gemisch von niedrigeren abgesonderten Gebirgsgliedern und Tiefländern, wie so glücklich sie das westliche und südliche Europa darbietet, vervielfältigt die meteorologischen Prozesse wie die Produkte des Pflanzenreichs, es erzeugt auch, weil dann jedem Erdstrich, selbst unter denselben Breitengraden, andere Kulturen angehören, Bedürfnisse, deren Befriedigung die Tätigkeit der Einwohner anregt.

Die Hauptrichtung des ganzen Festlandes von Europa (Südwest gegen Nordost) ist in den großen Erdspalten entgegengesetzt, welche sich (Nordwest gegen Südost) von den Mündungen des Rheins und der Elbe durch das Adriatische und Rote Meer, wie durch das Bergsystem des Putschi-Kuh in Luristan nach dem Persischen Meerbusen und dem Indischen Ozean hinziehen. Ein solches fast rechtwinkeliges Durchkreuzen geodäsischer Linien hat einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Handelsverhältnisse von Europa mit Asien und gem nordwestlichen Afrika, wie auf den Gang der Zivilisation an den vormals glücklicheren Ufern des Mittelmeers.

Wenn mächtige und hohe Gebirgsketten als Grenzscheiden der Klimate, als Wasserverteiler oder als Träger einer anderen Pflanzenwelt unsere Einbildungskraft beschäftigen, so ist es um so notwendiger, durch eine richtige numerische Schätzung ihres Volums zu zeigen, wie gering im ganzen die Quantität der gehobenen Massen im Vergleich mit dem Areal ganzer Länder ist. Die Masse der Pyrenäen z. B., einer Kette, von der die mittlere Höhe des Rückens und der Flächeninhalt der Basis, welche sie bedeckt, durch genaue Messungen bekannt

sind, würde, auf das Areal von Frankreich gestreut, letzteres Land nur um 108 Fuß (35 m) erhöhen. Die Masse der östlichen und westlichen Alpenkette würde in ähnlichem Sinne die Höhe des Flachlandes von Europa nur um 20 Fuß (6,5 m) vermehren. —

Die im allgemeinen die Klimate ausgleichende und mildernde tropfbarflüssige Umhüllung unseres Planeten zeigt da, wo sie nicht von pelagischen Strömen kalter und warmer Wasser durchfurcht wird, fern von den Küsten in der Tropenzone, besonders zwischen 10° nördlicher und 10° südlicher Breite, in Strecken, die Tausende von Quadratmeilen einnehmen, eine bewunderungswürdige Gleichheit und Beständigkeit der Temperatur. Man hat daher mit Recht gesagt, daß eine genaue und lange fortgesetzte Ergründung dieser thermischen Verhältnisse der Tropenmeere uns auf die einfachste Weise über das große, vielfach bestrittene Problem der Konstanz der Klimate und der Erdwärme unterrichten könne. Große Revolutionen auf der leuchtenden Sonnenscheibe würden sich demnach, wenn sie von langer Dauer wären, gleichsam in der veränderten mittleren Meereswärme sicherer noch als in den mittleren Temperaturen der Feste reflektieren. Die Zonen, in welchen die Maxima der Dichte (des Salzgehaltes) und der Temperatur liegen, fallen nicht mit dem Äquator zusammen. Beide Maxima sind voneinander getrennt, und die wärmsten Wasser scheinen zwei nicht ganz parallele Banden nördlich und südlich vom geographischen Äquator zu bilden. Das Maximum des Salzgehalts fand Lenz auf seiner Reise um die Erde im Stillen Meere in 22° nördlicher und 17° südlicher Breite. Wenige Grade südlich von der Linie lag sogar die Zone des geringsten Salzgehaltes. In den Regionen der Windstille kann die Sonnenwärme wenig die Verdunstung befördern, weil eine mit Salzdunst geschwängerte Luftschicht dort unbewegt und unerneuert auf der Oberfläche des Meeres ruht.

Die Oberfläche aller miteinander zusammenhängenden Meere muß im allgemeinen hinsichtlich ihrer mittleren Höhe als vollkommen im Niveau stehend betrachtet werden. Örtliche Ursachen (wahrscheinlich herrschende Winde und Strömungen) haben aber in einzelnen tiefeingeschnittenen Busen, z. B. im Roten Meere, per-

manente, wenngleich geringe Verschiedenheiten des Niveaus hervorgebracht. An der Landenge von Suez beträgt der höhere Stand der Wasser über denen des Mittelmeers zu verschiedener Tagesstunde 24 und 30 Fuß (7,8—9,75 m). Die Form des Kanals (Bab-el-Mandeb), durch welchen die indischen Wasser leichter ein- als ausströmen können, scheint zu dieser merkwürdigen permanenten, schon im Altertum bekannten Erhöhung der Oberfläche des Roten Meeres mit beizutragen.

Störungen des Gleichgewichts und die dadurch erregte Bewegung der Wasser sind: teils unregelmäßig und vorübergehend vom Winde abhängig und Wellen erzeugend, die fern von den Küsten im offenen Meere, im Sturm, über 35 Fuß (11,37 m) Höhe ansteigen, teils regelmäßig und periodisch durch die Stellung und Anziehung der Sonne und des Mondes bewirkt (Ebbe und Flut), teils permanent, doch in ungleicher Stärke, als pelagische Strömung. Die Erscheinungen der Ebbe und Flut, über alle Meere verbreitet (außer den kleinen und sehr eingeschlossenen, wo die Flutwellen kaum oder gar nicht merklich sind), sind durch die Newtonsche Naturlehre vollständig erklärt, d. h. in den Kreis des Notwendigen zurückgeführt. Jede dieser periodisch wiederkehrenden Schwankungen des Meerwasiers ist etwas länger als ein halber Tag. Wenn sie im offenen Weltmeer kaum die Höhe von einigen Fußen betragen, so steigen sie als Folge der Konfiguration der Küsten, die sich der kommenden Flutwelle entgegensetzen, in St. Malo zu 50 (16,25 m), in Akadien zu 65—70 Fuß (21—22,75 m).

Es ist kein geringes Verdienst der Analyse, die in den unwissenschaftlichen Kreisen des sogenannten bürgerlichen Lebens vornehm verschmäht wird, daß Laplaces vollendete Theorie der Ebbe und Flut es möglich gemacht hat, in unseren astronomischen Ephemeriden die Höhe der bei jedem Neu- und Vollmonde zu erwartenden Springfluten vorher zu verkündigen und so die Küstenbewohner auf die eintretende, besonders bei der Mondnähe noch vermehrte Gefahr aufmerksam zu machen.

Ozeanische Strömungen, welche einen so wichtigen Einfluß

auf den Verkehr der Nationen und auf die klimatischen Verhältnisse der Küsten ausüben, sind fast gleichzeitig von einer Menge sehr verschiedenartiger, teils großer, teils scheinbar kleiner Ursachen abhängig. Dahin gehören: die um die Erde fortschreitende Erscheinungszeit der Ebbe und Flut, die Dauer und Stärke der herrschenden Winde, die durch Wärme und Salzgehalt unter verschiedenen Breiten und Tiefen modifizierte Dichte und spezifische Schwere der Wasserteilchen, die von Osten nach Westen sukzessiv eintretenden und unter den Tropen so regelmäßigen, stündlichen Variationen des Luftdruckes. Die Strömungen bieten das merkwürdige Schauspiel dar, daß sie von bestimmter Breite in verschiedenen Richtungen das Meer flußartig durchkreuzen, während nahe Wasserschichten unbewegt gleichsam das Ufer bilden. Dieser Unterschied der bewegten und ruhenden Teile ist am auffallendsten, wo lange Schichten von fortgeführtem Seetang die Schätzung der Geschwindigkeit der Strömung erleichtern. In den unteren Schichten der Atmosphäre bemerkt man bei Stürmen bisweilen ähnliche Erscheinungen der begrenzten Luftströmung. Mitten im dichten Walde werden die Bäume nur in einem schmalen Längenstreifen umgeworfen.

Äußerlich minder gestaltenreich als die Oberfläche der Kontinente, bietet das Weltmeer bei tieferer Ergründung seines Inneren vielleicht eine reichere Fülle des organischen Lebens dar, als irgendwo auf dem Erdraume zusammengedrängt ist. Mit Recht bemerkt in dem anmutigen Journal seiner weiten Seereisen Charles Darwin, daß unsere Wälder nicht so viele Tiere bergen als die niedrige Waldregion des Ozeans, wo die am Boden wurzelnden Tanggesträuche der Untiefen oder die frei schwimmenden, durch Wellenschlag und Strömung losgerissenen Fukuszweige ihr zartes, durch Luftzellen emporgehobenes Laub entfalten. Durch Anwendung des Mikroskops steigert sich noch mehr und auf eine bewundernswürdige Weise der Eindruck der Allbelebtheit des Ozeans: das überraschende Bewußtsein, daß überall sich hier Empfindung regt. In Tiefen, welche die Höhe unserer mächtigen Gebirgsketten übersteigen, ist jede der aufeinander gelagerten Wasserschichten mit polygastrischen Seegewürmen, Cyklidien und Ophry=

dinen belebt. Hier schwärmen, jede Welle in einen Lichtsaum verwandelnd und durch eigene Witterungsverhältnisse an die Oberfläche gelockt, die zahllose Schar kleiner, funkelnd-blitzender Leuchttiere: Mammarien aus der Ordnung der Akalephen, Krustaceen, Peridinium und kreisende Nereidinen.

Die Fülle dieser kleinen Tiere und des animalischen Stoffes, den ihre schnelle Zerstörung liefert, ist so unermeßlich, daß das ganze Meerwasser für viele größere Seegeschöpfe eine nährende Flüssigkeit wird. Wenn schon der Reichtum an belebten Formen, die Unzahl der verschiedenartigsten mikroskopischen und doch teilweise sehr ausgebildeten Organismen die Phantasie anmutig beschäftigt, so wird diese noch auf eine ernstere, ich möchte sagen feierlichere Weise angeregt durch den Anblick des Grenzenlosen und Unermeßlichen, welchen jede Seefahrt darbietet. Wer, zu geistiger Selbsttätigkeit erweckt, sich gern eine eigene Welt im Inneren baut, den erfüllt der Schauplatz des freien, offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen. Sein Auge fesselt vorzugsweise der ferne Horizont, wo unbestimmt wie im Dufte Wasser und Luft aneinander grenzen, in den die Gestirne hinabsteigen und aus dem sie sich erneuern vor den Schiffenden. Zu dem ewigen Spiel dieses Wechsels mischt sich, wie überall bei der menschlichen Freude, ein Hauch wehmütiger Sehnsucht.

Eigentümliche Vorliebe für das Meer, dankbare Erinnerung an die Eindrücke, die mir das bewegliche Element zwischen den Wendekreisen in friedlicher nächtlicher Ruhe oder aufgeregt im Kampf der Naturkräfte gelassen, haben allein mich bestimmen können, den individuellen Genuß des Anblicks vor dem wohltätigen Einflusse zu nennen, welchen unbestreitbar der Kontakt mit dem Weltmeer auf die Ausbildung der Intelligenz und des Charakters vieler Völkerstämme, auf die Vervielfältigung der Bande, die das ganze Menschengeschlecht umschlingen sollen, auf die Möglichkeit zur Kenntnis der Gestaltung des Erdraums zu gelangen, endlich auf die Vervollkommnung der Astronomie und aller mathematischen und physikalischen Wissenschaften ausgeübt hat. Ein Teil dieses Einflusses war anfangs auf das Mittel-

meer und die Gestade des südwestlichen Asiens beschränkt; aber von dem 16. Jahrhundert an hat er sich weit verbreitet und auf Völker erstreckt, die fern vom Meere im Innern der Kontinente leben. Seitdem Kolumbus „den Ozean zu entfesseln gesandt war“ (so rief ihm auf seinem Krankenlager im Traumgesicht am Flusse Belen eine unbekannte Stimme zu), hat auch der Mensch sich geistig freier in unbekannte Regionen gewagt.

Die zweite, und zwar äußerste und allgemein verbreitete Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer, auf dessen niederem Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet sechs Klassen der Naturerscheinungen dar, welche den innigsten Zusammenhang miteinander zeigen und aus der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, aus den Veränderungen der Diaphanität, Porarisation und Färbung, aus denen der Dichtigkeit oder des Druckes, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Elektrizität entstehen. Enthält die Luft im Sauerstoff das erste Element des physischen Tierlebens, so muß in ihrem Dasein noch eine andere Wohltat, man möchte sagen höherer Art, bezeichnet werden. Die Luft ist die „Trägerin des Schalles“, also auch die Trägerin der Sprache, der Mitteilung der Ideen, der Geselligkeit unter den Völkern. Wäre der Erdball der Atmosphäre beraubt wie unser Mond, so stellte er sich uns in der Phantasie als eine klanglose Einöde dar.

Nach der Analyse von Dumas und Boussingault enthält die trockene Luft in Volum 20,8 Sauerstoff und 79,2 Stickstoff; dazu 2 bis 5 Zehntausendteile Kohlensäure, eine noch kleinere Quantität von gekohltem Wasserstoff, und nach den wichtigen Versuchen von Saussure und Liebig Spuren von Ammoniakaldämpfen, die den Pflanzen ihre stickstoffhaltigen Bestandteile liefern (neuerdings noch 0,937 Teile Argon, Spuren von Helium, Neon, Krypton und Xenon). Daß der Sauerstoffgehalt nach Verschiedenheit der Jahreszeiten oder der örtlichen Lage auf dem Meere und im Inneren eines Kontinents um eine kleine aber bemerkbare Menge variiere, ist durch einige Beobachtungen von Lewy wahrscheinlich geworden. Man begreift, daß Veränderungen, welche mikroskopische animalische Organismen in der in dem Wasser

aufgelösten Sauerstoffmenge hervorbringen, Veränderungen in den Luftschichten nach sich ziehen können, die zunächst auf dem Wasser ruhen. In einer Höhe von 8226 Fuß (2672 m) (Faulhorn) war die durch Martins gesammelte Luft nicht sauerstoffärmer als die Luft zu Paris.

Die stündlichen Schwankungen des Barometers, in welchen dasselbe unter den Tropen zweimal (9 Uhr oder 9¼ Uhr morgens und 10½ oder 10¾ Uhr abends) am höchsten und zweimal (um 4 Uhr oder 4¼ Uhr nachmittags und um 4 Uhr morgens, also fast in der heißesten und kältesten Stunde) am niedrigsten steht, sind lange der Gegenstand meiner sorgfältigsten täglichen und nächtlichen Beobachtungen gewesen. Ihre Regelmäßigkeit ist so groß, daß man, besonders in den Tagesstunden, die Zeit nach der Höhe der Quecksilbersäule bestimmen kann, ohne sich im Durchschnitt um 15 bis 17 Minuten zu irren. In der heißen Zone des neuen Kontinents, an den Küsten wie auf Höhen von mehr als 12000 Fuß (3900 m) über dem Meere, wo die mittlere Temperatur auf 7° herabsinkt, habe ich die Regelmäßigkeit der Ebbe und Flut des Luftmeers weder durch Sturm, noch durch Gewitter, Regen und Erdbeben gestört gefunden.

Da als Gegenwirkung der Passate (der Ostwinde der Tropenzone) in beiden gemäßigten Zonen West- oder West-Südwest-Winde die herrschenden Luftströmungen sind, und da diese für eine Ostküste Land-, für eine Westküste Seewinde sind (d. h. über eine Fläche streichen, die wegen ihrer Masse und des Herabsinkens der erkalteten Wasserteilchen keiner großen Erkältung fähig ist), so zeigen sich, wo nicht ozeanische Strömungen dem Litorale nahe auf die Temperatur einwirken, die Ostküsten der Kontinente kälter als die Westküsten.

Peking (39° 54′) an der Ostküste von Asien hat eine mittlere Jahrestemperatur (11°,3), die über 5° geringer ist als die des etwas nördlicher liegenden Neapels. Die mittlere Temperatur des Winters in Peking ist wenigstens 3° unter dem Gefrierpunkt, wenn sie im westlichen Europa, selbst zu Paris (48° 50′), volle 3°,3 über dem Gefrierpunkt erreicht. Peking hat also eine mittlere Winterkälte, die 2½° größer ist als das 17 Breitengrade nördlichere Kopenhagen.

Im Inneren des asiatischen Kontinents haben Tobolsk, Barnaul am Obi und Irkutsk Sommer wie in Berlin, Münster und Cherbourg in der Normandie; aber diesen Sommern folgen Winter, in welchen der kälteste Monat die schreckhafte Mitteltemperatur von — 18° bis — 20° hat. In den Sommermonaten sieht man wochenlang das Thermometer auf 30° und 31°.

Irland, Guernsey und Jersey, die Halbinsel Bretagne, die Küsten der Normandie und des südlichen Englands liefern durch die Milde ihrer Winter, die niedrige Temperatur und den nebelverschleierten Himmel ihrer Sommer den auffallendsten Kontrast mit dem Kontinentalklima des inneren östlichen Europas. Im Nordosten Irlands (54° 50′), unter einer Breite mit Königsberg in Preußen, vegetiert die Myrte üppig wie in Portugal. Der Monat August, welcher in Ungarn 21° erreicht, hat in Dublin kaum 16°; die mittlere Winterwärme, die in Ofen zu — 2°,4 herabsinkt, ist in Dublin (bei der geringen Jahreswärme von 9°,5) noch 4°,3 über dem Gefrierpunkt, d. i. noch 2° höher als in Mailand, Pavia, Padua und der ganzen Lombardei, wo die mittlere Jahreswärme volle 12°,7 erreicht. Auf den Orkney-Inseln (Stromneß), keinen halben Grad südlicher als Stockholm, ist der Winter 4°, also wärmer als in Paris, fast so warm als in London. Selbst auf den Faröer-Inseln in 62° Breite gefrieren unter dem begünstigenden Einflusse der Westwinde und des Meeres die Binnenwasser nie. An der lieblichen Küste von Devonshire, wo der Hafen Salcombe wegen seines milden Klimas das Montpellier des Nordens genannt worden ist, hat man Agave mexicana im Freien blühen, Orangen, die an Spalieren gezogen und kaum mit Matten geschützt wurden, Früchte tragen sehen. Dort wie zu Penzance und Gosport und an der Küste der Normandie zu Cherbourg steigt die mittlere Wintertemperatur über 5°,5, d. i. nur 1°,3 weniger hoch als die Winter von Montpellier und Florenz.

Die Linien, welche ich Isochimenen und Isotheren (Linien gleicher Winter- und Sommerwärme) nenne, sind keineswegs den Isothermen (Linien gleicher Jahrestemperatur) parallel. Wenn da, wo Myrten wild wachsen und die Erde sich im Winter nie

bleibend in Schnee einhüllt, die Temperatur des Sommers und Herbstes nur noch (man möchte fast sagen: kaum noch) hinlänglich ist, Äpfel zur vollen Reife zu bringen, wenn die Weinrebe, um trinkbaren Wein zu geben, die Inseln und fast alle Küsten (selbst die westlichen) flieht, so liegt der Grund davon keineswegs allein in der geringeren Sommerwärme des Litorales, die unsere im Schatten der Luft ausgesetzten Thermometer anzeigen; er liegt in dem bisher so wenig beachteten und doch in anderen Erscheinungen (der Entzündung eines Gemisches von Chlor und Wasserstoffgas) so wirksamen Unterschiede des direkten und zerstreuten Lichtes bei heiterem oder durch Nebel verschleiertem Himmel.

Wenn man in der thermischen Skale der Kulturarten von denen anhebt, die das heißeste Klima erfordern, also von der Vanille, dem Kakao, dem Pisang und der Kokospalme zu Ananas, Zuckerrohr, Kaffee, fruchttragenden Dattelbäumen, Baumwolle, Zitronen, Ölbaum, echten Kastanien, trinkbaren Weinen herabsteigt, so lehrt die genaue geographische Betrachtung der Kulturgrenzen gleichzeitig in der Ebene und an dem Abhange der Berge, daß hier andere klimatische Verhältnisse als die mittlere Temperatur des Jahres wirken. Um nur des einzigen Beispiels des Weinbaues zu erwähnen, so erinnere ich, daß, um trinkbaren Wein hervorzubringen, nicht bloß die Jahreswärme 9½° übersteigen, sondern auch einer Wintermilde von mehr als + 0°,5 eine mittlere Sommertemperatur von wenigstens 18° folgen muß. Bei Bordeaux am Flußtal der Garonne (Br. 44° 50′) sind die Temperaturen des Jahres, des Winters, des Sommers und des Herbstes 13°,8, 6°,2, 21°,7 und 14°,4. In den baltischen Ebenen (Br. 52½°), wo ungenießbare Weine erzeugt und doch getrunken werden, sind diese Zahlen 8°,6, — 0°,7, 17°,6 und 8°,6.

Wie das milde, jahrzeitengleichere Küstenklima der Halbinsel Bretagne sich zum winterkälteren und sommerheißeren Klima der übrigen kompakten Ländermasse von Frankreich verhält, so verhält sich gewissermaßen Europa zum großen Festlande von Asien, dessen westliche Halbinsel es bildet. Europa verdankt sein sanfteres Klima der Existenz und Lage von Afrika, das in weiter Ausdehnung, den auf-

steigenden Luftstrom begünstigend, einen festen wärmestrahlenden Boden der Tropenregion darbietet, während südlich von Asien die Äquatorialgegend meist ganz ozeanisch ist; seiner Gliederung und Meeresnähe an der westlichen Küste der alten Feste, dem eisfreien Meere, da, wo es sich gegen Norden ausdehnt. Europa würde demnach kälter werden, wenn Afrika, vom Meere überflutet, unterginge; wenn die mythische Atlantis aufstiege und Europa mit Nordamerika verbände; wenn der wärmende Golfstrom nicht in die nördlichen Meere sich ergösse; oder wenn ein anderes festes Land sich zwischen die skandinavische Halbinsel und Spitzbergen einschöbe.

* *
*

Der naturbeschauenden Stimmung unseres Gemütes ist es ein Bedürfnis, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im tierischen Organismus zu verfolgen. So schließt sich die Geographie des Organisch-Lebendigen (Geographie der Pflanzen und Tiere) an die Schilderung der anorganischen Naturerscheinungen des Erdkörpers an.

Es herrscht in der ewigen Nacht der ozeanischen Tiefen vorzugsweise das Tierleben, während auf den Kontinenten, des periodischen Reizes der Sonnenstrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meisten verbreitet ist. Der Masse nach überwiegt im allgemeinen der vegetabilische Organismus bei weitem den tierischen auf der Erde. Was ist die Zahl großer Cetazeen und Pachydermen gegen das Volum dichtgedrängter, riesenmäßiger Baumstämme von 8 bis 12 Fuß (2,6 bis 3,9 m) Durchmesser in dem einzigen Waldraum, welcher die Tropenzone von Südamerika zwischen dem Orinoko, dem Amazonenfluß und dem Rio da Madeira füllt! Wenn auch der Charakter der verschiedenen Erdräume von allen äußeren Erscheinungen zugleich abhängt, wenn Umriß der Gebirge, Physiognomie der Pflanzen und Tiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengestalt und Durchsichtigkeit des Luftkreises den Totaleindruck bewirken, so ist doch nicht

zu leugnen, daß das Hauptbestimmende dieses Eindrucks die Pflanzendecke ist. Dem tierischen Organismus fehlt es an Masse, und die Beweglichkeit der Individuen entzieht sie oft unseren Blicken. Die Pflanzenschöpfung wirkt durch stetige Größe auf unsere Einbildungskraft; ihre Masse bezeichnet ihr Alter, und in den Gewächsen allein sind Alter und Ausdruck der stets sich erneuernden Kraft miteinander gepaart. In dem Tierreiche (und auch diese Betrachtung ist das Resultat von Ehrenbergs Entdeckungen) ist es gerade das Leben, das man das kleinste im Raume zu nennen pflegt, welches durch seine Selbstteilung und rasche Vermehrung die wunderbarsten Massenverhältnisse darbietet. Die kleinsten der Infusorien, die Monadinen, erreichen nur einen Durchmesser von $^{1}/_{3000}$ einer Linie, und doch bilden die kieselschaligen Organismen in feuchten Gegenden unterirdische belebte Schichten von der Dicke mehrerer Lachter (1 Lachter zirka 2 m).

Der Eindruck der Allbelebtheit der Natur, anregend und wohltätig dem fühlenden Menschen, gehört jeder Zone an; am mächtigsten wird er gegen den Äquator hin, in der eigentlichen Zone der Palmen, der Bambusen und der baumartigen Farne, da, wo von dem mollusken- und korallenreichen Meeresufer der Boden sich bis zur ewigen Schneegrenze erhebt. Die Ortsverhältnisse der Pflanzen und Tiere umfassen fast alle Höhen und Tiefen. Organische Gebilde steigen in das Innere der Erde herab; nicht bloß da, wo durch den Fleiß des Bergmannes große Weitungen entstanden sind, auch in natürlichen Höhlen, die zum erstenmal durch Sprengarbeit geöffnet wurden, und in die nur meteorische Tagewasser auf Spalten eindringen konnten, habe ich schneeweiße Stalaktitenwände mit dem zarten Geschlechte einer Usnea bedeckt gefunden. Podurellen dringen in die Eisröhren der Gletscher am Mont Rose, im Grindelwald und dem oberen Aargletscher; Chionæa araneoides, von Dalman beschrieben, und die mikroskopische Discerea nivals (einst Protococcus) leben im Schnee der Polarländer wie in dem unserer hohen Gebirge. Das Rotwerden des alten Schnees war schon dem Aristoteles, wahrscheinlich in den makedonischen Gebirgen, bekannt geworden. Während auf hohen

Gipfeln der Schweizer Alpen nur Lecideen, Parmelien und Umbilicarien das von Schnee entblößte Gestein farbig, aber sparsam überziehen, blühen noch vereinzelt in der Tropengegend der Andeskette in 14000 und 14400 Fuß (4550 bis 4680 m) Höhe schöne Phanerogamen: das wollige Cucitium rufescens, Sida pichinchensis und Saxifraga Boussingaulti. Heiße Quellen enthalten kleine Insekten (Hydroporus thermalis), Gallionellen, Oszillatorien und Konferven; sie tränken selbst die Wurzelfasern phanerogamischer Gewächse. Wie Erde, Luft und Wasser bei den verschiedensten Temperaturen belebt sind, so ist es auch das Innere der verschiedensten Teile der Tierkörper. Es gibt Bluttiere in den Fröschen wie im Lachse; nach Nordmann sind oft alle Flüssigkeiten der Fischaugen mit einem Saugwurme (Diplostomum) gefüllt, ja in den Kiemen des Bleies lebt das wundersame Doppeltier (Diplozoon paradoxum), welches der eben genannte Naturforscher entdeckt hat, ein Tier, kreuzförmig verwachsen, mit zwei Köpfen und zwei Schwanzenden versehen.

Wenn auch die Existenz von sogenannten Meteorinfusorien mehr als zweifelhaft ist, so darf doch die Möglichkeit nicht geleugnet werden, daß, wie Fichtenblütenstaub jährlich aus der Atmosphäre herabfällt, auch kleine Infusionstiere, mit dem Wasserdampf passiv gehoben, eine Zeitlang in den Luftschichten schweben können.

Pflanzen wandern im Ei. Der Samen vieler ist mit eigenen Organen zur weiten Luftreise versehen. Einmal angewurzelt, sind sie abhängiger vom Boden und von der Temperatur der Luftschicht, welche sie umgibt. Tiere erweitern nach Willkür ihren Verbreitungsbezirk von dem Äquator gegen die Pole hin: da vorzüglich, wo die Isotheren sich wölben und heiße Sommer auf eine strenge Winterkälte folgen. Der Königstiger, von dem ostindischen gar nicht verschieden, streift jeden Sommer im nördlichen Asien bis in die Breite von Berlin und Hamburg.

Abhängig, wenngleich in minderem Grade als Pflanzen und Tiere, von dem Boden und den meteorologischen Prozessen des Luftkreises, den Naturgewalten durch Geistestätigkeit und stufenweise erhöhte Intelligenz wie durch eine wunderbare, sich allen Klimaten

aneignende Biegsamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt auch das Menschengeschlecht wesentlich teil an dem ganzen Erdenleben. Die wichtigsten Fragen der Bildungsgeschichte der Menschheit knüpfen sich an die Ideen von Abstammung, Gemeinschaft der Sprache, Unwandelbarkeit in einer ursprünglichen Richtung des Geistes und des Gemütes.

Die geographischen Forschungen über den alten Sitz, die sogenannte Wiege des Menschengeschlechtes, haben einen rein mythischen Charakter. „Wir kennen“, sagt Wilhelm von Humboldt in einer Arbeit über die Verschiedenheit der Sprachen und Völker, „geschichtlich oder auch nur durch irgend sichere Überlieferung keinen Zeitpunkt, in welchem das Menschengeschlecht nicht in Völkerhaufen getrennt gewesen wäre. Ob dieser Zustand der ursprüngliche war oder erst später entstand, läßt sich daher geschichtlich nicht entscheiden. Einzelne an sehr verschiedenen Punkten der Erde ohne irgend sichtbaren Zusammenhang wiederkehrende Sagen verneinen die erstere Annahme und lassen das ganze Menschengeschlecht von einem Menschenpaare abstammen. Die weite Verbreitung dieser Sage hat sie bisweilen für eine Urerinnerung der Menschheit halten lassen. Gerade dieser Umstand aber beweist vielmehr, daß ihr keine Überlieferung und nichts Geschichtliches zugrunde lag, sondern nur die Gleichheit der menschlichen Vorstellungsweise zu derselben Erklärung der gleichen Erscheinung führte, wie gewiß viele Mythen, ohne geschichtlichen Zusammenhang, bloß aus der Gleichheit des menschlichen Dichtens und Grübelns entstanden. Jene Sache trägt auch darin ganz das Gepräge menschlicher Erfindung, daß sie die außer aller Erfahrung liegende Erscheinung des ersten Entstehens des Menschengeschlechtes auf eine innerhalb heutiger Erfahrung liegende Weise und so erklären will, wie in Zeiten, wo das ganze Menschengeschlecht schon Jahrtausende hindurch bestanden hatte, eine wüste Insel oder ein abgesondertes Gebirgstal mag bevölkert worden sein. Vergeblich würde sich das Nachdenken in das Problem jener ersten Entstehung vertieft haben, da der Mensch so an sein Geschlecht und an die Zeit gebunden ist, daß sich ein einzelner ohne vorhandenes

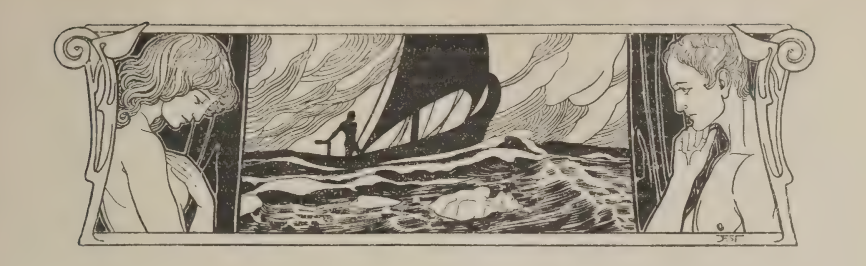
Geschlecht und ohne Vergangenheit gar nicht in menschlichem Dasein fassen läßt. Ob also in dieser, weder auf dem Wege der Gedanken noch der Erfahrung zu entscheidenden Frage wirklich jener angeblich traditionelle Zustand der geschichtliche war, oder ob das Menschengeschlecht von seinem Beginnen an völkerweise den Erdboden bewohnte, darf die Sprachkunde weder aus sich bestimmen, noch, die Entscheidung anderswoher nehmend, zum Erklärungsgrunde für sich brauchen wollen."

Indem wir die Einheit des Menschengeschlechtes behaupten, widerstreben wir auch jeder unerfreulichen Annahme von höheren und niederen Menschenrassen. Es gibt bildsamere, höher gebildete, durch geistige Kultur veredelte, aber keine edleren Völksstämme. Alle sind gleichmäßig zur Freiheit bestimmt, zur Freiheit, welche in roheren Zuständen dem einzelnen, in dem Staatenleben bei dem Genuß politischer Institutionen der Gesamtheit als Berechtigung zukommt. „Wenn wir eine Idee bezeichnen wollen, die durch die ganze Geschichte hindurch in immer mehr erweiterter Geltung sichtbar ist, wenn irgend eine die vielfach bestrittene, aber noch vielfacher mißverstandene Vervollkommnung des ganzen Geschlechtes beweist, so ist es die Idee der Menschlichkeit: das Bestreben, die Grenzen, welche Vorurteile und einseitige Ansichten aller Art feindselig zwischen die Menschen gestellt, aufzuheben und die gesamte Menschheit ohne Rücksicht auf Religion, Nation und Farbe, als einen großen, nahe verbrüderten Stamm, als ein zur Erreichung eines Zweckes, der freien Entwickelung innerlicher Kraft, bestehendes Ganzes zu behandeln. Es ist dies das letzte, äußerste Ziel der Geselligkeit, und zugleich die durch seine Natur selbst in ihn gelegte Richtung des Menschen auf unbestimmte Erweiterung seines Daseins. Er sieht den Boden, so weit er sich ausdehnt; den Himmel, so weit, ihm entdeckbar, er von Gestirnen umflammt wird, als innerlich sein, als ihm zur Betrachtung und Wirksamkeit gegeben an. Schon das Kind sehnt sich über die Hügel, über die Seen hinaus, welche seine enge Heimat umschließen; es sehnt sich dann wieder pflanzenartig zurück, denn es ist das Rührende und Schöne im Menschen, daß Sehnsucht nach Erwünschtem

und nach Verlorenem ihn immer bewahrt, ausschließlich in dem Augenblicke zu haften. So festgewurzelt in der innersten Natur des Menschen, und zugleich geboten durch seine höchsten Bestrebungen, wird jene wohlwollend menschliche Verbindung des ganzen Geschlechtes zu einer der großen leitenden Ideen in der Geschichte der Menschheit" (Wilhelm von Humboldt über die Kawisprache).

Mit diesen Worten, welche ihre Anmut aus der Tiefe der Gefühle schöpfen, sei es dem Bruder erlaubt, die allgemeine Darstellung der Naturerscheinungen im Weltall zu beschließen. Von den fernsten Nebelflecken und von kreisenden Doppelsternen sind wir zu den kleinsten Organismen der tierischen Schöpfung im Meer und Land und zu den zarten Pflanzenkeimen herabgestiegen, welche die nackte Felsklippe am Abhang eisiger Berggipfel bekleiden. Nach teilweise erkannten Gesetzen konnten hier die Erscheinungen geordnet werden. Gesetze anderer, geheimnisvollerer Art walten in den höchsten Lebenskreisen der organischen Welt, in denen des vielfach gestalteten, mit schaffender Geisteskraft begabten, spracherzeugenden Menschengeschlechts. Ein physisches Naturgemälde bezeichnet die Grenze, wo die Sphäre der Intelligenz beginnt und der ferne Blick sich senkt in eine andere Welt. Es bezeichnet die Grenze und überschreiet sie nicht.





Aus der Geschichte der physischen Weltanschauung



Die Kenntnis der Natur, als älteste Physik der Hellenen, war mehr aus inneren Anschauungen, aus der Tiefe des Gemüts als aus der Wahrnehmung der Erscheinungen geschöpft. Die Naturphilosophie der ionischen Physiologen ist auf den Urgrund des Entstehens, auf den Formenwechsel eines einigen Grundstoffes gerichtet; in der mathematischen Symbolik der Pythagoräer, in ihren Betrachtungen über Zahl und Gestalt offenbart sich dagegen eine Philosophie des Maßes und der Harmonie. Indem die dorisch-italische Schule überall numerische Elemente sucht, hat sie von dieser Seite, durch eine gewisse Vorliebe für die Zahlenverhältnisse, die sie im Raum und in der Zeit erkennt, gleichsam den Grund zur späteren Ausbildung unserer Erfahrungswissenschaften gelegt. Die Geschichte der Weltanschauung, wie ich sie auffasse, bezeichnet nicht sowohl die oft wiederkehrenden Schwankungen zwischen Wahrheit und Irrtum als die Hauptmomente der allmählichen Annäherung an die Wahrheit, an die richtige Ansicht der irdischen Kräfte und des Planetensystems. Sie zeigt uns, wie die Pythagoräer, nach dem Berichte des Philolaus aus Croton, die fortschreitende Bewegung der nicht rotierenden Erde, ihren Kreislauf um den Weltherd (das Zentralfeuer, Hestia) lehrten, wenn Plato und Aristoteles sich die

Erde weder als rotierend noch fortschreitend, sondern als unbeweglich im Mittelpunkt schwebend vorstellten. Hicetas von Syrakus, der mindestens älter als Theophrast ist, Heraklides Pontikus und Ekphantus kannten die Achsendrehung der Erde; aber nur Aristarch von Samos und besonders Seleukus der Babylonier, anderthalb Jahrhunderte nach Alexander, wußten, daß die Erde nicht bloß rotiere, sondern sich zugleich auch um die Sonne, als das Zentrum des ganzen Planetensystems, bewege. Kehrte auch in den dunkeln Zeiten des Mittelalters durch christlichen Fanatismus und den herrschend bleibenden Einfluß des ptolemäischen Systems der Glaube an die Unbeweglichkeit der Erde zurück, wurde auch ihre Gestalt bei dem alexandrinischen Cosmas Indicopleustes wieder die Scheibe des Thales, so hatte dagegen ein deutscher Kardinal, Nikolaus de Cuß, zuerst die Geistesfreiheit und den Mut, fast hundert Jahre vor Kopernikus, unserem Planeten zugleich wieder die Achsendrehung und die fortschreitende Bewegung zuzuschreiben. Nach Kopernikus war Tychos Lehre allerdings ein Rückschritt, aber ein Rückschritt von kurzer Dauer. Sobald eine große Masse genauer Beobachtungen, zu der Tycho selbst reichlich beigetragen, angesammelt war, konnte die richtige Ansicht des Weltbaues nicht auf lange verdrängt bleiben.

Tiefe Einsicht in die Kräfte der Natur, Erkenntnis der Natureinheit gehört nicht einem sogenannten Urvolke an, für welches nach dem Wechsel historischer Ansichten bald ein semitischer Stamm im nordchaldäischen Arpaxad (Arrahpachitis des Ptolemäus), bald der Stamm der Inder und Iranier im alten Zendlande am Quellgebiet des Oxus und Jaxartes ausgegeben wurden. Die Geschichte, soweit sie durch menschliche Zeugnisse begründet ist, kennt kein Urvolk, keinen einzigen ersten Sitz der Kultur, keine Urphysik, oder Naturweisheit, deren Glanz durch die sündige Barbarei späterer Jahrhunderte verdunkelt worden wäre. Der Geschichtsforscher durchbricht die vielen übereinander gelagerten Nebelschichten symbolisierender Mythen, um auf den festen Boden zu gelangen, wo sich die ersten Keime menschlicher Gesittung nach natürlichen Gesetzen entwickelt haben. Im grauen Altertume, gleichsam am äußersten Horizont des wahrhaft historischen

Wissens, erblicken wir schon gleichzeitig mehrere leuchtende Punkte, Zentra der Kultur, die gegeneinander strahlen: so Ägypten, auf das wenigste fünftausend Jahre vor unserer Zeitrechnung; Babylon, Ninive, Kaschmir, Iran; und China seit der ersten Kolonie, die vom nordöstlichen Abfall des Kuen-lün her in das untere Flußtal des Hoangho eingewandert war. Diese Zentralpunkte erinnern unwillkürlich an die größeren unter den funkelnden Sternen des Firmaments, an die ewigen Sonnen der Himmelsräume, von denen wir wohl die Stärke des Glanzes, nicht aber, einige wenige ausgenommen, die relative Entfernung von unserem Planeten kennen.

Eine dem ersten Menschenstamme geoffenbarte Urphysik, eine durch Kultur verdunkelte Naturweisheit wilder Völker gehört einer Sphäre des Wissens oder vielmehr des Glaubens an, welche dem Gegenstande dieses Werkes fremd bleibt. Wir finden einen solchen Glauben indes schon tief in der ältesten indischen Lehre Krischnas gewurzelt. „Die Wahrheit soll ursprünglich in den Menschen gelegt, aber allmählich eingeschläfert und vergessen worden sein; die Erkenntnis kehrt wie eine Erinnerung zurück." Wir lassen es gern unentschieden, ob die Volksstämme, die wir gegenwärtig Wilde nennen, alle im Zustande ursprünglich natürlicher Rohheit sind; ob nicht viele unter ihnen, wie der Bau ihrer Sprachen es oft vermuten läßt, verwilderte Stämme, gleichsam zerstreute Trümmer aus den Schiffbrüchen einer früh untergegangenen Kultur sind. Ein naher Umgang mit diesen sogenannten Naturmenschen lehrt nichts von dem, was die Liebe zum Wunderbaren von einer gewissen Überlegenheit roher Völker in der Kenntnis der Erdkräfte gefabelt hat. Allerdings steigt ein dumpfes, schauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten in dem Busen des Wilden auf; aber ein solches Gefühl hat nichts mit den Versuchen gemein, den Zusammenhang der Erscheinungen unter Ideen zu fassen. Wahrhaft kosmische Ansichten sind erst Folge der Beobachtung und ideeller Kombination, Folge eines lange dauernden Kontaktes der Menschheit mit der Außenwelt; auch sind sie nicht das Werk eines einzigen Volkes, sie sind die Frucht gegenseitiger Mitteilung eines, wo nicht allgemeinen, doch großen Völkerverkehrs.

Seitdem die Zivilisation ihre ältesten Ursitze innerhalb der Tropen oder in der subtropischen Zone verlassen, hat sie sich bleibend in dem Weltteile angesiedelt, dessen nördlichste Regionen weniger kalt als unter gleicher Breite die von Asien und Amerika sind. Die physische Beschaffenheit von Europa hat der Verbreitung der Kultur weniger Hindernisse entgegengestellt, als ihr in Asien und Afrika gesetzt waren, da wo weit ausgedehnte Reihen von Parallelketten, Hochebenen und Sandmeeren als schwer zu überwindende Völkerscheiden auftreten.

Ganz in dem Sinne einer großen Weltansicht schildert Plato im Phädon die Enge des Mittelmeeres. „Wir,“ sagt er, „die wir vom Phasis bis zu den Säulen des Herkules wohnen, haben inne nur einen kleinen Teil der Erde, in dem wir uns, wie um einen Sumpf Ameisen oder Frösche, um das (innere) Meer angesiedelt haben.“ Und dieses enge Becken, an dessen Rande ägyptische, phönizische und hellenische Völker zu einem hohen Glanze der Kultur erblühten, ist der Ausgangspunkt der wichtigsten Weltbegebenheiten, die Kolonisierung großer Länderstrecken von Afrika und Asien, der nautischen Unternehmungen gewesen, durch welche eine ganze westliche Erdhälfte enthüllt worden ist.

(Es folgt die Schilderung des Anteils der einzelnen Völker an der Entwicklung der physischen Weltanschauung, die Humboldt „als die Geschichte der Erkenntnis eines Naturganzen, gleichsam als die Geschichte des Gedankens von der Einheit in den Erscheinungen und von dem Zusammenwirken der Kräfte im Weltall“ definiert. Also der Ägypter, der Phönizier und Karthager, der Tusker, der Griechen und Römer, der Araber.)

* * *

Das 15. Jahrhundert gehört zu den seltenen Zeitepochen, in denen alle Geistesbestrebungen einen bestimmten und gemeinsamen Charakter andeuten, die unabänderliche Bewegung nach einem vorgesteckten Ziele offenbaren. Die Einheit dieses Strebens, der Erfolg, welcher es gekrönt, die handelnde Tatkraft ganzer Völkermassen geben dem Zeitalter des Kolumbus, des Sebastian Cabot und Gama Größe

und dauernden Glanz. In der Mitte von zwei verschiedenen Bildungsstufen der Menschheit, ist das 15. Jahrhundert gleichsam eine Übergangsepoche, welche beiden, dem Mittelalter und dem Anfang der neueren Zeit, angehört. Es ist die Epoche der größten Entdeckungen im Raume, solcher, die fast alle Breitengrade und alle Höhen der Erdoberfläche umfassen. Wenn dieselbe für die Bewohner Europas die Werke der Schöpfung verdoppelt hat, so bot sie zugleich der Intelligenz neue und mächtige Anregungsmittel zur Vervollkommnung der Naturwissenschaften in ihren physischen und mathematischen Teilen dar.

Wie in Alexanders Heerzügen, aber mit noch überwältigenderer Macht, drängte sich jetzt die Welt der Objekte, in den Einzelformen des Wahrnehmbaren wie in dem Zusammenwirken lebendiger Kräfte, dem kombinierenden Geiste auf. Die zerstreuenden Bilde sinnlicher Anschauung wurden, trotz ihrer Fülle und Verschiedenartigkeit, allmählich zu einem konkreten Ganzen verschmolzen, die irdische Natur in ihrer Allgemeinheit aufgefaßt, eine Frucht wirklicher Beobachtung; nicht nach bloßen Ahnungen, die in wechselnden Gestalten der Phantasie vorschweben. Auch das Himmelsgewölbe entfaltete dem noch immer unbewaffneten Auge neue Gebiete, nie gesehene Sternbilder, einzeln kreisende Nebelwolken. Zu keiner anderen Zeit ist einem Teile des Menschengeschlechtes ein größerer Reichtum von Tatsachen, ein größeres Material zur Begründung der vergleichenden physischen Erdbeschreibung dargeboten worden. Niemals haben aber auch Entdeckungen im Raume, in der materiellen Welt, durch Erweiterung des Gesichtskreises, durch Vervielfältigung der Erzeugnisse und Tauschmittel, durch Kolonien von einem Umfange, wie man sie nie gekannt, außerordentlichere Veränderungen in den Sitten, in den Zuständen langer Knechtschaft eines Teils der Menschheit und ihres späten Erwachens zu politischer Freiheit hervorgerufen.

Was in jedem einzelnen Zeitpunkte des Völkerlebens einen wichtigen Fortschritt der Intelligenz bezeichnet, hat seine tiefen Wurzeln in der Reihe vorhergehender Jahrhunderte. Es liegt nicht in der Bestimmung des menschlichen Geschlechtes, eine Verfinsterung zu er-

leiden, die gleichmäßig das ganze Geschlecht ergriffe. Ein erhaltendes Prinzip nährt den ewigen Lebensprozeß der fortschreitenden Vernunft. Die Epoche des Kolumbus erlangte nur deshalb so schnell die Erfüllung ihrer Bestimmungen, weil befruchtende Keime von einer Reihe hochbegabter Männer ausgestreut worden waren, die wie ein Lichtstreifen durch das ganze Mittelalter, durch finstere Jahrhunderte hindurchgeht. Ein einziges derselben, das dreizehnte, zeigt uns Roger Baco, Nikolaus Scotus, Albert den Großen, Vincentius von Beauvais. Die erweckte Geistestätigkeit trug bald ihre Früchte in Erweiterung der Erdkunde.

Als noch das Kalifat in Bagdad unter den Abbassiden blühte, wie in Persien die der Poesie so günstige Herrschaft der Samaniden, wurde Amerika um das Jahr 1400 von Leif, dem Sohne Eriks des Roten, vom Norden her bis zu 41½° nördlicher Breite entdeckt. Der erste, aber zufällige Anstoß zu dieser Begebenheit kam aus Norwegen. Naddod war in der zweiten Hälfte des 9. Jahrhunderts, da er nach den schon früher von den Irländern besuchten Faröern hatte schiffen wollen, durch Sturm nach Island verschlagen. Die erste normännische Ansiedelung daselbst geschah (875) durch Ingolf. Grönland, die östliche Halbinsel einer Ländermasse, welche überall durch Meereswasser vom eigentlichen Amerika getrennt erscheint, wurde früh gesehen, aber erst hundert Jahre nachher (983) von Island aus bevölkert. Die Kolonisierung von Island, welches Naddod zuerst Schneeland, Snjoland, genannt hatte, führte nun über Grönland in südwestlicher Richtung nach dem neuen Kontinent.

Die Faröer und Island muß man als Zwischenstationen, als Anfangspunkte zu Unternehmungen nach dem amerikanischen Skandinavien betrachten. Auf ähnliche Weise hatte die Niederlassung zu Karthago den Tyriern zur Erreichung der Meerenge von Gadeira und des Hafens Tartessus gedient; ebenso führte Tartessus dies unternehmende Volk von Station zu Station nach Cerne, dem Gauleon (der Schiffsinsel) der Karthager.

Trotz der Nähe der gegenüberliegenden Küste von Labrador (Helluland it mikla) vergingen doch 125 Jahre von der ersten An-

siedelung der Normänner auf Island bis zu Leifs großer Entdeckung von Amerika. So gering waren die Mittel, welche zur Förderung der Schiffahrt in diesem abgelegenen öden Erdwinkel von einem edeln, kräftigen, aber armen Menschenstamme angewandt werden konnten. Die Küstenstrecke Winland, so wegen der von einem Deutschen, Tyrker, dort aufgefundenen wilden Weintrauben genannt, reizte durch Fruchtbarkeit des Bodens und Milde des Klimas im Vergleich mit Island und Grönland. Durch Leif mit dem Namen des guten Winlands (Vinland it goda) bezeichnet, begriff es das Litorale zwischen Boston und New-York, also Teile der jetzigen Staaten Massachusetts, Rhode-Island und Connecticut, zwischen den Breitenparallelen von Cività vecchia und Terracina. Die Kolonisten hatten oft mit dem recht kriegerischen Stamme der Eskimo, welcher damals unter dem Namen der Skrälinger viel südlicher verbreitet war, zu kämpfen. Der erste grönländische Bischof, Erik Upsi, ein Isländer, unternahm 1121 eine christliche Missionsfahrt nach Winland; und der Name des kolonisierten Landes ist sogar in alten Nationalgesängen bei den Eingeborenen der Faröer aufgefunden worden.

Über den Verkehr des hohen europäischen Nordens, wie über den der Grönländer und Isländer mit dem eigentlichen amerikanischen Kontinent reichen sichere Nachrichten nur bis in die Mitte des 14. Jahrhunderts. Noch im Jahre 1347 wurde von Grönland aus ein Schiff nach Markland (Neu-Schottland) gesandt, um Bauholz und andere Bedürfnisse einzusammeln. Auf der Rückreise von Markland wurde das Schiff vom Sturme verschlagen und mußte in Straumfjörd im Westen von Island landen. Dies ist die letzte Nachricht von dem normännischen Amerika, welche uns altskandinavische Quellenschriften aufbewahrt haben.

Daß diese erste Entdeckung von Amerika in oder vor dem 11. Jahrhundert nichts Großes und Bleibendes zu Erweiterung der physischen Weltanschauung schaffen konnte, wie es das Wiederauffinden desselben Kontinents durch Kolumbus am Ende des 15. Jahrhunderts hervorbrachte, ergibt sich aus dem Zustande der Unkultur des Volksstammes, welcher die erste Entdeckung machte, und aus der Natur

der Gegenden, auf welche dieselbe beschränkt blieb. Durch keine wissenschaftliche Kenntnis waren die Skandinavier vorbereitet, um, über die Befriedigung des nächsten Bedürfnisses hinaus, die Länder, in denen sie sich angesiedelt, zu durchforschen. Als das eigentliche Mutterland jener neuen Kolonien waren Grönland und Island zu betrachten, Regionen, in denen der Mensch alle Beschwerden eines unwirtbaren Klimas zu bekämpfen hatte. Der wunderbar organisierte isländische Freistaat erhielt allerdings seine Selbständigkeit vierthalbhundert Jahre lang, bis die bürgerliche Freiheit unterging und das Land sich dem norwegischen König Hakon VI. unterwarf. Die Blüte der isländischen Literatur, die Geschichtschreibung, die Aufsammlung der Sagas und der Eddalieder, bezeichnen das 12. und 13. Jahrhundert.

Es ist eine merkwürdige Erscheinung in der Kulturgeschichte der Völker, den Nationalschatz der ältesten Überlieferungen des europäischen Nordens, durch Unruhen in der Heimat gefährdet und nach Island übertragen, dort sorgsam gepflegt und für die Nachwelt gerettet zu sehen. Diese Rettung, die entfernte Folge von Ingolfs erster Ansiedelung auf Island (875), ist eine wichtige Begebenheit in den Kreisen der Dichtung und schaffender Einbildungskraft in der formlosen Nebelwelt skandinavischer Mythen und sinnbildlicher Kosmogonien geworden. Nur das Naturwissen gewann keine Erweiterung. Reisende Isländer besuchten allerdings die Lehranstalten Deutschlands und Italiens, aber die Entdeckungen der Grönländer im Süden, der geringe Verkehr mit Winland, dessen Vegetation keinen merkwürdig eigentümlichen physiognomischen Charakter darbot, zogen Ansiedler und Seefahrer so wenig von ihrem ganz europäischen Interesse ab, daß sich unter den Kulturvölkern des südlichen Europas keine Nachricht von jenen neuangesiedelten Ländern verbreitete. Ja, in Island selbst scheint eine solche Nachricht nicht einmal zu den Ohren des großen genuesischen Seefahrers gelangt zu sein. Island und Grönland waren nämlich damals schon über zwei Jahrhunderte voneinander getrennt, da Grönland 1261 seine republikanische Verfassung verloren hatte und ihm, als Krongut Norwegens, aller Verkehr mit Fremden und auch mit Island förmlich untersagt wurde. Christoph Kolumbus erzählt

in seiner so selten gewordenen Schrift „Über die fünf bewohnbaren Erdzonen“, daß er im Monat Februar 1477 Island besuchte, „wo damals das Meer nicht mit Eis bedeckt war, und das von vielen Kaufleuten von Bristol besucht wurde“. Hätte er dort von der alten Kolonisation eines gegenüberliegenden ausgedehnten zusammenhängenden Landstriches, von Helluland it mikla, Markland, und dem „guten Winland“ reden hören, hätte er diese Kenntnis eines nahen Kontinents mit den Projekten in Verbindung gesetzt, welche ihn schon seit 1470 und 1473 beschäftigten, so würde in dem berühmten, erst 1517 beendigten Prozesse über das Verdienst der ersten Entdeckung um so mehr von der Reise nach Thyle (Island) die Rede gewesen sein, als der argwöhnische Fiskal selbst einer Seekarte (mappamundo) erwähnt, die Martin Alonso Pinzon in Rom gesehen hatte und auf der der neue Kontinent soll abgebildet gewesen sein. Wenn Kolumbus ein Land hätte aufsuchen wollen, von dem er in Island Kenntnis erhalten, so würde er gewiß nicht auf seiner ersten Entdeckungsreise von den Kanarischen Inseln aus in südwestlicher Richtung gesteuert haben. Zwischen Bergen und Grönland gab es aber noch Handelsverbindungen bis 1484, also bis sieben Jahre nach des Kolumbus Reise nach Island.

Ganz verschieden von der ersten Entdeckung des neuen Kontinents im 11. Jahrhundert ist durch ihre weltgeschichtlichen Folgen, durch ihren Einfluß auf die Erweiterung physischer Weltanschauung die Wiederauffindung dieses Kontinents durch Christoph Kolumbus, die Entdeckung der Tropenländer von Amerika geworden. Wenn auch der Seefahrer, welcher am Ende des 15. Jahrhunderts das große Unternehmen leitete, keineswegs die Absicht hatte, einen neuen Weltteil zu entdecken, wenn es auch entschieden ist, daß Kolumbus und Amerigo Vespucci in der festen Überzeugung gestorben sind, sie hätten bloß Teile des östlichen Asiens berührt, so hat die Expedition doch ganz den Charakter der Ausführung eines nach wissenschaftlichen Kombinationen entworfenen Planes gehabt.

Die Entdeckung der Tropenländer von Amerika durch Christoph Kolumbus, Alonso de Hojeda und Alvarez Cabral kann in der Ge-

schichte der Weltanschauung nicht als eine isolierte Begebenheit betrachtet werden. Ihr Einfluß auf die Erweiterung des physischen Wissens und auf die Bereicherung der Ideenwelt im allgemeinen wird nur dann richtig aufgefaßt, wenn man einen flüchtigen Blick auf diejenigen Jahrhunderte wirft, welche das Zeitalter der großen nautischen Unternehmungen von dem der Blüte wissenschaftlicher Kultur unter den Arabern trennen. Was der Ära des Kolumbus ihren eigentümlichen Charakter gab, den eines ununterbrochenen und gelingenden Strebens nach Entdeckungen im Raume, nach erweiterter Erdkenntnis, wurde langsam und auf vielfachen Wegen vorbereitet. Es wurde es durch eine kleine Zahl kühner Männer, welche früher auftraten und gleichzeitig zu allgemeiner Freiheit des Selbstdenkens wie zum Erforschen einzelner Naturerscheinungen anregten; durch den Einfluß, welchen auf die tiefsten Quellen des geistigen Lebens ausübte die in Italien erneuerte Bekanntschaft mit den Werken der griechischen Literatur und die Erfindung einer Kunst, die dem Gedanken Flügel und eine lange Dauer verlieh, durch die erweiterte Kenntnis des östlichen Asiens, welche Mönchsgesandtschaften an die Mongolenfürsten und reisende Kaufleute unter die weltverkehrenden Nationen des südwestlichen Europas verbreiteten, unter solche, denen ein kürzerer Weg nach den Gewürzländern ein Gegenstand der eifrigsten Wünsche war. Zu den hier genannten Anregungsmitteln gesellten sich noch, was die Befriedigung jener Wünsche gegen das Ende des 15. Jahrhunderts am meisten erleichterte, die Fortschritte der Schiffahrtskunde, die allmähliche Vervollkommnung der nautischen Instrumente, der magnetischen wie der astronomisch-messenden, endlich die Anwendung gewisser Methoden zur Ortsbestimmung des Schiffes und der allgemeinere Gebrauch der Sonnen- und Mondephemeriden des Regiomontanus.

Unter den gelehrten Arabern war das Naturwissen eng an Arzneikunde und Philosophie, im christlichen Mittelalter war es neben der Philosophie an die theologische Dogmatik geknüpft. Die letztere, ihrer Natur nach zur Alleinherrschaft strebend, bedrängte die empirische Forschung in den Gebieten der Physik, der organischen

Morphologie und der meist mit Astrologie verschwisterten Sternkunde. Das von den Arabern und jüdischen Rabbinern überkommene Studium des allumfassenden Aristoteles hatte aber die Richtung nach einer philosophischen Verschmelzung aller Disziplinen hervorgerufen; daher galten Ibn-Sina (Avicenna) und Ibn-Roschd (Averroes), Albertus Magnus und Roger Bacon für die Repräsentanten des ganzen menschlichen Wissens ihrer Zeit. Der Ruhm, welcher im Mittelalter ihre Namen umstrahlte, läßt sich diesem allgemein verbreiteten Glauben beimessen.

Albert der Große, aus dem Geschlechte der Grafen von Vollstädt, muß auch als Selbstbeobachter in dem Gebiete der zerlegenden Chemie genannt werden. Seine Hoffnungen waren freilich auf die Umwandlung der Metalle gerichtet; aber, um sie zu erfüllen, vervollkommnete er nicht bloß die praktischen Handgriffe in Behandlung der Erze, er vermehrte auch die Einsicht in die allgemeine Wirkungsart der chemischen Naturkräfte. Über den organischen Bau und die Pflanzenphysiologie enthalten seine Werke einzelne überaus scharfsinnige Bemerkungen. Er kannte den Schlaf der Pflanzen, das periodische sich Öffnen und Schließen der Blumen, die Verminderung des Saftes durch Verdunstung aus der Oberhaut der Blätter, den Einfluß der Teilung der Gefäßbündel auf die Ausschnitte des Blattrandes. Er kommentierte alle physikalischen Schriften des Stagiriten, doch die Tiergeschichte nur nach der lateinischen Übersetzung des Michael Scotus aus dem Arabischen. Das größere Verdienst in Bearbeitung der Tiergeschichte gehört dem Kaiser Friedrich II. Man verdankt ihm wichtige eigene Beobachtungen über die innere Struktur der Vögel. Auch Cuvier nennt den Hohenstaufen den „ersten selbstarbeitenden Zoologen des scholastischen Mittelalters“. Ein Werk Alberts des Großen, welches den Titel führt: Liber cosmographicus de natura locorum, ist eine Art physischer Geographie. Ich habe darin Betrachtungen aufgefunden über die gleichzeitige Abhängigkeit der Klimate von der Breite und der Höhe des Ortes, wie über die Wirkung des verschiedenen Einfallwinkels der Sonnenstrahlen auf die Erwärmung des Bodens, die mich sehr überrascht haben.

In dem, was unmittelbar auf die Erweiterung der Naturwissenschaften gewirkt hat, auf ihre Begründung durch Mathematik und durch das Hervorrufen von Erscheinungen auf dem Wege des Experimentes, ist Alberts von Bollstädt Zeitgenosse Roger Bacon die wichtigste Erscheinung des Mittelalters gewesen. Beide Männer füllen fast das ganze 13. Jahrhundert aus; aber dem Roger Bacon gehört der Ruhm, daß der Einfluß, welchen er auf die Form und Behandlung des Naturstudiums ausgeübt hat, wohltätiger und dauernd wirksamer gewesen ist als das, was man ihm von eigenen Erfindungen mit mehr oder minderem Rechte zugeschrieben hat. Zum Selbstdenken erweckend, rügte er streng den blinden Autoritätsglauben der Schule; doch weit davon entfernt, sich nicht um das zu kümmern, was das griechische Altertum erforscht, pries er gleichzeitig gründliche Sprachkunde, Anwendung der Mathematik und die Scientia experimentalis, der er einen eigenen Abschnitt des Opus majus gewidmet hat. Neben Bacons chemischen Versuchen über brennbare explodierende Mischungen sind seine theoretisch-optischen Arbeiten über die Perspektive und die Lage des Brennpunktes bei Hohlspiegeln am wichtigsten.

Die durch das Kostspielige des Abschreibens vermehrte Schwierigkeit, vor Erfindung des Bücherdrucks eine große Zahl einzelner Handschriften zu sammeln, erzeugte im Mittelalter, als der Ideenkreis sich seit dem 13. Jahrhunderte wieder zu erweitern anfing, eine große Vorliebe für encyklopädische Werke. Es erschienen, meist aufeinander gegründet, die 20 Bücher de rerum natura von Thomas Cantipratensis, Professor in Löwen (1230); der Naturspiegel (Speculum naturale), welchen Vinzenz von Beauvais (Bellovacensis) für den heiligen Ludwig und dessen Gemahlin Margarete von Provence schrieb (1250); das Buch der Natur von Konrad von Meygenberg, Priester zu Regensburg (1349); und das Weltbild (Imago Mundi) des Kardinals Petrus de Alliaco, Bischofs von Cambray (1410). Diese Encyklopädien waren die Vorläufer der großen Margarita philosophica des Pater Reisch, deren erste Ausgabe 1486 erschien und welche ein halbes Jahrhundert lang die Verbreitung des Wissens auf eine merkwürdige Weise befördert hat. Alles, was

Christoph Kolumbus von den griechischen und römischen Schriftstellern wußte, alle Stellen des Aristoteles, des Strabo und des Seneca über die Nähe des östlichen Asiens zu den Herkulessäulen, welche, wie der Sohn Don Fernando sagt, den Vater hauptsächlich anregten, die indischen Länder zu entdecken, schöpfte der Admiral aus den Schriften des Kardinals. Er hatte sie bei sich auf seinen Reisen.

Zwei Jahrhunderte früher als alle Quellen der griechischen Literatur dem Abendlande geöffnet wurden, 25 Jahre vor der Geburt des Dante, einer der großen Epochen in der Kulturgeschichte des südlichen Europas, ereigneten sich im inneren Asien wie im östlichen Afrika Begebenheiten, welche bei dem erweiterten Handelsverkehr die Umschiffung von Afrika und die Expedition des Kolumbus beschleunigten. Die Heerzüge der Mongolen, in 26 Jahren von Peking und der chinesischen Mauer bis Krakau und Liegnitz, erschreckten die Christenheit. Eine Zahl rüstiger Mönche wurden als Bekehrer und Diplomaten ausgesandt: Johann de Plano Carpini und Nikolas Ascelin an Batu Chan, Ruisbroeck (Rubruquis) an Mangu Chan nach Karakorum. Von diesen Missionären hat uns der zuletzt genannte feine und wichtige Bemerkungen über die räumliche Verteilung der Sprach- und Völkerstämme in der Mitte des 13. Jahrhunderts aufbewahrt. Er erkannte zuerst, daß die Hunnen, die Baschkiren (Einwohner von Paskatir, Baschgird des Ibn-Fozlan) und die Ungarn finnische (uralische) Stämme sind; er fand noch gotische Stämme, die ihre Sprache beibehalten, in den festen Schlössern der Krim. Rubruquis machte die beiden mächtigen seefahrenden Nationen Italiens, die Venezianer und Genueser, lüstern nach den unermeßlichen Reichtümern des östlichen Asiens. Er kennt, ohne den großen Handelsort zu nennen, „die silbernen Mauern und goldenen Türme" von Quinsay, dem heutigen Hangtscheufu, welches 25 Jahre später durch den größten Landreisenden aller Jahrhunderte, Marco Polo, so berühmt geworden ist. Wahrheit und naiver Irrtum finden sich sonderbar in Rubruquis, dessen Reisenachrichten uns Roger Bacon aufbewahrt, vermischt. Nahe bei dem Khatai, „das vom östlichen Meere begrenzt ist", beschreibt er ein glückliches Land, „in welchem fremde Männer und

Frauen, sowie sie eingewandert sind, zu altern aufhören". Leichtgläubiger noch als der Brabanter Mönch, aber deshalb auch weit mehr gelesen, war der englische Ritter John Mandeville. Er beschreibt Indien und China, Ceylon und Sumatra. Der Umfang und die individuelle Form seiner Beschreibungen haben (wie die Itinerarien von Balducci Pegoletti und die Reise des Ruy Gonzalez de Clavijo) nicht wenig dazu beigetragen, den Hang zu einem großen Weltverkehr zu beleben.

Man hat oft und mit sonderbarer Bestimmtheit behauptet, das vortreffliche Werk des wahrheitsliebenden Marco Polo, besonders die Kenntnis, welche dasselbe über die chinesischen Häfen und den Indischen Archipelagus verbreitete, habe einen großen Einfluß auf Kolumbus ausgeübt, ja dieser sei sogar im Besitz eines Exemplars von Marco Polo auf seiner ersten Entdeckungsreise gewesen. Ich habe bewiesen, daß Christoph Kolumbus und sein Sohn Fernando wohl des Äneas Sylvius (Papsts Pius II.) Geographie von Asien, aber nie Marco Polo und Mandeville nennen.

Wenn die diplomatischen Missionen der Mönche und wohlgeleitete merkantilische Landreisen zu einer Zeit, wo die Weltherrschaft der Mongolen vom Stillen Meere bis an die Wolga das Innere von Asien zugänglich machte, den großen seefahrenden Nationen eine Kenntnis von Khatai und Zipangu (China und Japan) verschafften, so bahnte die Sendung des Petro de Covilham und Alonso de Payva (1487), welche König Johann II. veranstaltete, um den „afrikanischen Priester Johannes" aufzusuchen, den Weg, wenn auch nicht für Bartholomäus Diaz, doch für Vasco da Gama. Vertrauend den Nachrichten, welche in Kalikut, Goa und Aden wie in Sofala an der Ostküste Afrikas von indischen und arabischen Piloten eingezogen wurden, ließ Covilham den König Johann II. durch zwei Juden aus Kairo wissen, daß, wenn die Portugiesen ihre Entdeckungsreisen an der Westküste gegen Süden weiter fortsetzten, sie an die Endspitze von Afrika gelangen würden, von wo aus die Schiffahrt nach der Mondinsel (Magastar des Polo), nach Sansibar und dem goldreichen Sofala überaus leicht wäre. Ehe aber diese Nachrichten nach Lissabon

gelangten, wußte man dort längst, daß Bartholomäus Diaz das Vorgebirge der guten Hoffnung (Cabo tormentoso) nicht bloß entdeckt, sondern (wenn auch nur auf eine kleine Strecke) umschifft hatte.

Kolombus, indem er das westlich von dem Meridian der azorischen Insel noch ganz unerforschte Meer durchschiffte und zur Ortsbestimmung das neu vervollkommnete Astrolabium anwandte, suchte das östliche Asien auf dem Wege gegen Westen nicht als ein Abenteurer; er suchte es nach einem festen vorgefaßten Plane. Er hatte allerdings die Seekarte an Bord, welche ihm der Florentiner Arzt und Astronom Paola Toscanelli 1477 geschickt hatte und welche 53 Jahre nach seinem Tode noch Bartholomäus de las Casas besaß. Nach der handschriftlichen Geschichte des letzteren, die ich untersucht, war dies auch die Carta de marear, welche der Admiral am 25. September 1492 dem Martin Alonso Pinzon zeigte und auf der mehrere vorliegende Inseln eingezeichnet waren. Wäre indes Kolumbus der Karte seines Ratgebers Toscanelli allein gefolgt, so würde er einen nördlichen Kurs und zwar im Parallelkreise von Lissabon gehalten haben; er steuerte dagegen, in der Hoffnung, Zipangu (Japan) schneller zu erreichen, die Hälfte des Weges in der Breite der kanarischen Insel Gomera, und später in Breite abnehmend, befand er sich am 7. Oktober 1492 unter 25½°. Unruhig darüber, die Küsten von Zipangu nicht zu entdecken, die er nach seiner Schiffsrechnung schon 216 Seemeilen östlicher hatte finden sollen, gab er nach langem Streite dem Befehlshaber der Caravele Pinta, dem eben genannten Martin Alonso Pinzon (einem der drei reichen, einflußvollen, ihm feindlichen Brüder), nach und steuerte gegen Südwest. Diese Veränderung der Richtung führte am 12. Oktober zur Entdeckung von Guanahani.

Der verdienstvolle Washington Irving hat mit Recht behauptet, daß, wenn Kolumbus, dem Rate des Martin Alonso Pinzon widerstehend, fortgefahren hätte, gegen Westen zu segeln, er in den warmen Golfstrom geraten wäre und nach Florida und von dort vielleicht nach dem Kap Hatteras und Virginien würde geführt worden sein: ein Umstand von unermeßlicher Wichtigkeit, da er den jetzigen Vereinigten Staaten von Nordamerika statt einer spät angelangten prote-

stantisch-englischen Bevölkerung eine katholisch-spanische hätte geben können. „Es ist mir“, sagte Pinzon zu dem Admiral, „wie eine Eingebung, daß wir anders steuern müssen.“ Auch behauptete er deshalb in dem berühmten Prozesse, der (1513—1515) gegen die Erben des Kolumbus geführt wurde, daß die Entdeckung von Amerika ihm allein gehöre. Die Eingebung aber und „was das Herz ihm sagte“ verdankte Pinzon, wie in demselben Prozeß ein alter Matrose aus Moguer erzählt, dem Flug einer Schar von Papageien, die er abends hatte gegen Südwesten fliegen sehen, um, wie er vermuten konnte, in einem Gebüsch am Lande zu schlafen. Niemals hat der Flug der Vögel gewichtigere Folgen gehabt. Man könnte sagen, er habe entschieden über die ersten Ansiedelungen im neuen Kontinent, über die ursprüngliche Verteilung romanischer und germanischer Menschenrassen.

Der Gang großer Begebenheiten ist wie die Folge der Naturerscheinungen an ewige Gesetze gefesselt, deren wir nur wenige vollständig erkennen. Die Flotte, welche König Emanuel von Portugal auf dem Wege, den Gama entdeckt, unter dem Befehle des Pedro Alvarez Cabral nach Ostindien schickte, wurde unvermutet am 22. April 1500 an die Küste von Brasilien verschlagen. Bei dem Eifer, welchen die Portugiesen seit der Unternehmung des Diaz (1487) für die Umschiffung des Vorgebirges der Guten Hoffnung zeigten, hätte es nicht an einer Wiederholung von Zufällen fehlen können, denen ähnlich, welche ozeanische Strömungen auf Cabrals Schiffe ausgeübt haben. Die afrikanischen Entdeckungen würden demnach die Entdeckung von Amerika südlich vom Äquator veranlaßt haben. So durfte Robertson sagen, es habe in den Schicksalen der Menschheit gelegen, daß vor dem Ende des 15. Jahrhunderts der neue Kontinent den europäischen Seefahrern bekannt würde.

Die Entdeckung und Beschiffung der Südsee bezeichnen für die Erkenntnis großer kosmischer Verhältnisse eine um so wichtigere Epoche, als durch dieselben zuerst nicht bloß die Gestaltung der Westküste des neuen und der Ostküste des alten Kontinents bestimmt wurde, sondern weil auch, was meteorologisch noch weit folgereicher wurde,

die numerische Größenvergleichung der Areale des Festen und Flüssigen auf der Oberfläche unseres Planeten nun endlich von den irrigsten Ansichten befreit zu werden anfing. Durch die Größe dieser Areale, durch die relative Verteilung des Festen und Flüssigen werden aber der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, der wechselnde Luftdruck, die Vegetationskraft der Pflanzendecke, die größere oder geringere Verbreitung gewisser Tiergeschlechter und so viele andere allgemeine Erscheinungen und physische Prozesse mächtig bedingt.

Erst sechs Jahre nachdem Balboa, ein Schwert in der Hand, bis zum Knie in die Fluten tretend, für Kastilien Besitz von der Südsee zu nehmen glaubte, zwei Jahre nachdem sein Haupt in dem Aufruhr gegen den tyrannischen Petrarias Davila durch Henkershand gefallen war, erschien Magelhaens (27. November 1520) in der Südsee, durchschiffte den weiten Ozean von Südost nach Nordwest in einer Strecke von mehr als dritthalbtausend geographischen Meilen, und sah durch ein sonderbares Geschick, ehe er die Mariannen (seine Islas de los Ladrones oder de las Velas Latinas) und die Philippinen entdeckte, kein anderes Land als zwei kleine unbewohnte Inseln (die Unglücklichen, Desventuradas), von denen, wenn man seinem Journale und seiner Schiffsrechnung trauen könnte, die eine östlich von den Niedrigen Inseln (Low Islands), die andere etwas südwestlich vom Archipel des Mendaña liegt. Sebastian de Elcano vollendete nach Magelhaens' Ermordung auf der Insel Zebu die erste Weltumsegelung in der Nao Victoria, und erhielt zum Wappen einen Erdglobus mit der ruhmvollen Inschrift: Primus circumdedisti me. Er lief erst im September 1522 in den Hafen von San Lucar ein, und noch war kein volles Jahr vergangen, so drang schon Kaiser Karl, von Kosmographen belehrt, in einem Briefe an Hernan Cortes auf die Entdeckung einer Durchfahrt, „die den Weg nach den Gewürzländern um ²/₃ verkürzen würde". Die Expedition des Alvaro de Saavedra wird aus einem Hafen der Provinz Zacatula an der Westküste von Mexiko nach den Molukken geschickt. Hernan Cortes korrespondiert (1527) von der neu eroberten mexikanischen Hauptstadt Tenochtitlan aus „mit den Königen von Zebu und Tidor in der

asiatischen Inselwelt". So schnell vergrößerte sich räumlich die Weltansicht und mit ihr die Lebhaftigkeit des Weltverkehrs!

Die aufgeregte Phantasie trieb zu großen Unternehmungen an: wie denn die Kühnheit dieser im Gelingen und Nichtgelingen auf die Phantasie zurückwirkte und sie mächtiger entflammte. So vereinigte sich vieles in dieser wunderbaren Zeit der Conquista (Zeit der Anstrengung, der Gewalttätigkeit und des Entdeckungsschwindels auf Meer und Land), das trotz des gänzlichen Mangels politischer Freiheit die individuelle Ausbildung der Charaktere begünstigte und einzelnen höher Begabten manches Edle erringen half, was nur den Tiefen des Gemütes entquillt. Man irrt, wenn man die Conquistadores allein von Goldgeiz oder gar von religiösem Fanatismus geleitet glaubt. Gefahren erhöhen immer die Poesie des Lebens; dazu gab das mächtige Zeitalter, das wir hier in seinem Einflusse auf die Entwickelung kosmischer Ideen schildern, allen Unternehmungen, wie den Natureindrücken, welche ferne Reisen darbieten, einen Reiz, der unserem gelehrten Zeitalter in den jetzt so vielfach aufgeschlossenen Erdräumen zu mangeln beginnt, den Reiz der Neuheit und staunenerregender Überraschung. Nicht eine Erdhälfte, sondern fast $^{2}/_{3}$ der Erdkugel waren damals noch eine neue und unerforschte Welt, ungesehen wie die eine abgewandte Mondhälfte, welche nach den waltenden Gravitationsgesetzen dem Blick der Erdbewohner für immer entzogen bleibt. Unserem tiefer forschenden und im Ideenreichtum fortgeschrittenen Zeitalter ist ein Ersatz geworden für die Abnahme jener Überraschung, welche die Neuheit großer, massenhaft imponierender Naturerscheinungen einst hervorrief; ein Ersatz freilich nicht für den großen Haufen, sondern lange noch für die kleine Zahl der mit dem Zustand der Wissenschaften vertrauten Physiker. Ihm gewährt die zunehmende Einsicht in das stille Treiben der Kräfte der Natur, sei es in dem Elektromagnetismus oder in der Polarisation des Lichtes, in dem Einfluß diathermaner Substanzen oder in den physiologischen Erscheinungen lebendiger Organismen — eine sich enthüllende Wunderwelt, an deren Eingang wir kaum gelangt sind!

Noch in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts wurden die

Sandwichinseln, das Land der Papua und einige Teile von Neuholland entdeckt. Diese Entdeckungen bereiteten vor zu denen von Cabrillo, Sebastian Vizcaino, Mendaña und Quiros, dessen Sagittaria Tahiti, dessen Archipelago del Espiritu Santo die Neuen Hebriden von Cook sind. Quiros war von dem kühnen Seefahrer begleitet, welcher später der Torresstraße seinen Namen gab. Die Südsee erschien nun nicht mehr, wie dem Magelhaens, eine Einöde; sie erschien durch Inseln belebt, die aber freilich aus Mangel genauer astronomischer Ortsbestimmungen wie schlecht gewurzelt auf den Karten hin und her schwankten. Die wichtige südindisch-malayische Inselwelt, von Ptolemäus, Cosmas und Polo dunkel beschrieben, entfaltete sich in bestimmteren Umrissen, seitdem Albuquerque (1511) sich in Malakka festsetzte und Anton Abreu schiffte. Es ist das besondere Verdienst des klassischen portugiesischen Geschichtsschreibers Barros, eines Zeitgenossen von Magelhaens und Camoens, die Eigentümlichkeit des physischen und ethnischen Charakters der Inselwelt so lebendig erkannt zu haben, daß er zuerst das australische Polynesien als einen fünften Erdteil abzusondern vorschlug. Erst als die holländische Macht in den Molukken die herrschende wurde, fing Australien an aus dem Dunkel herauszutreten und sich für den Geographen zu gestalten. Es begann nun die große Epoche von Abel Tasman.

Einer solchen erweiterten Kenntnis von Land- und Meeresräumen entsprach auch die erweiterte Einsicht in das Wesen und die Gesetze der Naturkräfte, in die Verteilung der Wärme auf dem Erdkörper, in den Reichtum der Organismen und die Grenzen ihrer Verbreitung. Die Fortschritte, welche am Schlusse des wissenschaftlich zu gering geachteten Mittelalters die einzelnen Disziplinen gemacht hatten, beschleunigten das Auffassen und die sinnige Vergleichung einer maßlosen Fülle physischer Erscheinungen, die auf einmal der Beobachtung dargeboten wurden.

Was in dieser vielbewegten Zeit auch wesentlich zur Erweiterung der Weltansichten beitrug, war der unmittelbare Kontakt einer zahlreichen europäischen Menschenmasse mit der freien und dabei großartigen exotischen Natur in den Ebenen und Gebirgsländern von

Amerika, wie auch (als Folge der Schiffahrt von Vasco da Gama) an den östlichen Küsten von Afrika und Südindien. Hier legte schon im Anfange des 16. Jahrhunderts ein portugiesischer Arzt, Garcia de Orta, da wo jetzt Bombay liegt, unter dem Schutze des edlen Martin Alfonso de Sousa einen botanischen Garten an, in welchem er die Arzneigewächse der Umgegend kultivierte. Die Muse des Camoens hat ihm ein patriotisches Lob gespendet. Der Trieb zum Selbstbeobachten war nun überall erwacht, während die kosmographischen Schriften des Mittelalters minder das Resultat eigener Anschauung gewesen sind als Kompilationen, welche die Meinungen des klassischen Altertums einförmig wiedergaben. Zwei der größten Männer des 16. Jahrhunderts, Konrad Gesner und Andreas Cäsalpinus, haben in Zoologie und Botanik einen neuen Weg rühmlichst vorgezeichnet.

Wenn der Charakter eines Jahrhunderts „die Offenbarung des menschlichen Geistes in einer bestimmten Zeitepoche" ist, so hat das Jahrhundert des Kolumbus und der großen nautischen Entdeckungen, indem es auf eine unerwartete Weise die Objekte des Wissens und der Anschauungen vermehrte, auch den folgenden Jahrhunderten einen neuen und höheren Schwung gegeben. Es ist die Eigentümlichkeit wichtiger Entdeckungen, daß sie zugleich den Kreis der Eroberungen und die Aussicht in das Gebiet, das noch zu erobern übrig bleibt, erweitern. Schwache Geister glauben in jeder Epoche wohlgefällig, daß die Menschheit auf den Kulminationspunkt intellektueller Fortschritte gelangt sei; sie vergessen, daß durch die innige Verkettung aller Naturerscheinungen in dem Maße, als man vorschreitet, das zu durchlaufende Feld eine größere Ausdehnung gewinnt, daß es von einem Gesichtskreise begrenzt ist, der unaufhörlich vor dem Forscher zurückweicht.

Wo hat die Geschichte der Völker eine Epoche aufzuweisen, der gleich, in welcher die folgenreichsten Ereignisse: die Entdeckung und erste Kolonisation von Amerika, die Schiffahrt nach Ostindien um das Vorgebirge der Guten Hoffnung und Magelhaens' erste Erdumsegelung mit der höchsten Blüte der Kunst, mit dem Erringen

geistiger, religiöser Freiheit und der plötzlichen Erweiterung der Erd- und Himmelskunde zusammentrafen? Eine solche Epoche verdankt einen sehr geringen Teil ihrer Größe der Ferne, in der sie uns erscheint, dem Umstand, daß sie ungetrübt von der störenden Wirklichkeit der Gegenwart nur in der geschichtlichen Erinnerung auftritt. Wie in allen irdischen Dingen, ist auch hier des Glückes Glanz mit tiefem Weh verschwistert gewesen. Die Fortschritte des kosmischen Wissens wurden durch alle Gewalttätigkeiten und Greuel erkauft, welche die sogenannten zivilisierenden Eroberer über den Erdball verbreiten. Es ist aber eine unverständig vermessene Kühnheit, in der unterbrochenen Entwickelungsgeschichte der Menschheit über das Abwägen von Glück und Unglück dogmatisch zu entscheiden. Es geziemt dem Menschen nicht, Weltbegebenheiten zu richten, welche, in dem Schoße der Zeit langsam vorbereitet, nur teilweise dem Jahrhundert zugehören, in das wir sie versetzen.

Die Zeiten der Conquista, das Ende des 15. und den Anfang des 16. Jahrhunderts bezeichnet ein wundersames Zusammentreffen großer Ereignisse in dem politischen und sittlichen Leben der Völker von Europa. In demselben Monat, in welchem Hernan Cortes nach der Schlacht von Otumba gegen Mexiko anzog, um es zu belagern, verbrannte Martin Luther die päpstliche Bulle zu Wittenberg und begründete die Reform, welche dem Geiste Freiheit und Fortschritte auf fast unversuchten Bahnen verhieß. Früher noch traten wie aus ihren Gräbern die herrlichsten Gebilde der alten hellenischen Kunst hervor: der Laokoon, der Torso, der Apoll von Belvedere und die Mediceische Venus. Es blühten in Italien Michelangelo, Leonardo da Vinci, Tizian und Raffael, in unserem deutschen Vaterlande Holbein und Albrecht Dürer. Die Weltordnung war von Kopernikus aufgefunden, wenn auch nicht öffentllich verkündigt, in dem Todesjahr von Christoph Kolumbus, vierzehn Jahre nach der Entdeckung des neuen Kontinents.

Wenige Namen können genügen, um an die Riesenschritte zu erinnern, welche der menschliche Geist vorzugsweise in Entwickelung mathematischer Gedanken durch eigene innere Kraft, nicht durch äußere

Begebenheiten angeregt, im Laufe des 17. Jahrhunderts gemacht hat. Die Gesetze des Falles der Körper und der Planetenbewegung werden erkannt. Der Druck der Luft, die Fortpflanzung des Lichtes, seine Brechung und Polarisation werden erforscht. Die mathematische Naturlehre wird geschaffen und auf feste Grundpfeiler gestützt. Die Erfindung der Infinitesimalrechnung bezeichnet den Schluß des Jahrhunderts, und dadurch erstarkt, hat die menschliche Intelligenz sich in den folgenden 150 Jahren mit Glück an die Lösung von Problemen wagen können, welche die Störungen der Weltkörper, die Polarisation und Interferenz der Lichtwellen, die strahlende Wärme, die elektromagnetischen in sich zurückkehrenden Ströme, die schwingenden Saiten und Flächen, die Kapillaranziehung enger Röhren und so viele andere Naturerscheinungen darbieten.

Die Arbeit in der Gedankenwelt geht nun ununterbrochen und sich gegenseitig unterstützend fort. Keiner der früheren Keime wird erstickt. Es nehmen gleichzeitig zu die Fülle des zu verarbeitenden Materials, die Strenge der Methoden und die Vervollkommnung der Werkzeuge.

* * *

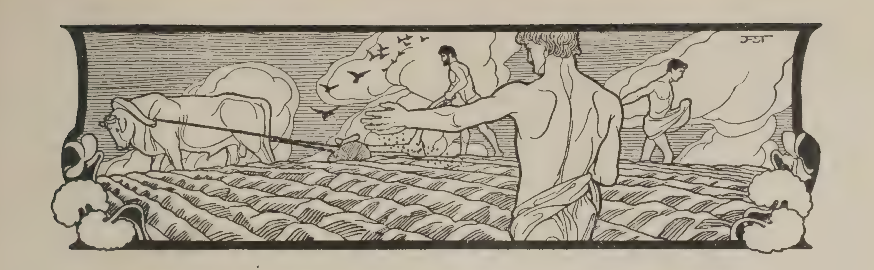
Durch den Glanz neuer Entdeckungen angeregt, mit Hoffnungen genährt, deren Täuschung oft erst spät eintritt, wähnt jedes Zeitalter dem Kulminationspunkte im Erkennen und Verstehen der Natur nahegelangt zu sein. Ich bezweifle, daß bei ernstem Nachdenken ein solcher Glaube den Genuß der Gegenwart wahrhaft erhöhe. Belebender und der Idee von der großen Bestimmung unseres Geschlechtes angemessener ist die Überzeugung, daß der eroberte Besitz nur ein sehr unbeträchtlicher Teil von dem ist, was bei fortschreitender Tätigkeit und gemeinsamer Ausbildung die freie Menschheit in den kommenden Jahrhunderten erringen wird. Jedes Erforschte ist nur eine Stufe zu etwas Höherem in dem verhängnisvollen Laufe der Dinge.

Was die Fortschritte der Erkenntnis in dem 19. Jahrhundert besonders befördert und den Hauptcharakter der Zeit gebildet hat, ist das allgemeine und erfolgreiche Bemühen, den Blick nicht auf das Neuerrungene zu beschränken, sondern alles früher Berührte nach

Maß und Gewicht streng zu prüfen, das bloß aus Analogien Geschlossene von dem Gewissen zu sondern und so einer und derselben strengen kritischen Methode alle Teile des Wissens: physikalische Astronomie, Studium der irdischen Naturkräfte, Geologie und Altertumskunde zu unterwerfen.

Wenn die Kunst innerhalb des Zauberkreises der Einbildungskraft, recht eigentlich innerhalb des Gemütes liegt, so beruht dagegen die Erweiterung des Wissens vorzugsweise auf dem Kontakt mit der Außenwelt. Dieser wird bei zunehmendem Völkerverkehr mannigfaltiger und inniger zugleich. Das Erschaffen neuer Organe (Werkzeuge der Beobachtung) vermehrt die geistige, oft auch die physische Macht des Menschen. Schneller als das Licht trägt in die weiteste Ferne Gedanken und Willen der geschlossene elektrische Strom. Kräfte, deren stilles Treiben in der elementarischen Natur wie in den zarten Zellen organischer Gewebe jetzt noch unseren Sinnen entgeht, werden, erkannt, benutzt, zu höherer Tätigkeit erweckt, einst in die unabsehbare Reihe der Mittel treten, welche der Beherrschung einzelner Naturgebiete und der lebendigeren Erkenntnis des Weltganzen näherführen.





Bücher der Weisheit und Schönheit

Herausgegeben von

Jeannot Emil Frhr. v. Grotthuß

In Serie I erschienen:

Die Heilige Schrift. Von Pfarrer Erwin Gros

Kants Kritik der reinen Vernunft. Von Prof. Dr. August Messer

Brüder Grimm. Von Prof. Dr. Max Koch

Abraham a Santa Clara. Von Richard Zoozmann

Bogumil Goltz. Von Fritz Lienhard

Montesquieu. Von Dr. Erich Meyer

Maxim Gorki. Von August Scholz

Lucian. 2 Bde. Von J. E. Frhr. v. Grotthuß

Beethovens Briefe. Von Dr. Karl Storck

Massingers „Herzog von Mailand". Von Prof. Dr. Hermann Conrad

Karl von Fircks. Von J. E. Frhr. v. Grotthuß

In Serie II erscheinen im Jahre 1905:

Was sagt Jesus? Von Pfarrer Erwin Gros

Was sagt Goethe? Von Prof. Dr. Th. Achelis

Schillers Gesch. des 30j. Krieges und **Gesch. der Unruhen in Frankreich.** Von J. E. Frhr. v. Grotthuß

Schillers Geschichte des Abfalls der Niederlande. Von J. E. Frhr. v. Grotthuß
Schiller in seinen Briefen. Von Prof. Jooſt
Schillers philosophische u. ästhetische Schriften. Von J. E. Frhr. v. Grotthuß
Kants Ethik. Von Prof. Dr. August Messer
Mären und Satiren aus dem Lateinischen. Von Dr. M. Manitius
Alexander v. Humboldts Kosmos. Von P. Schettler
Hans Sachs. Von Richard Zoozmann
Montaigne. Von Dr. Erich Meyer
Mozart. Von Dr. K. Storck

In Vorbereitung:

Herder
Wieland
Lessing
Hölderlin
Winckelmann
Tieck
Brentano
Fichte
Pestalozzi
Jean Paul
Hippel
Tauler
Fischer
Meister Eckard
Böhme
Kierkegaard
Augustin
Plato
Plutarch
St. Beuve
Michelet
Bossuet
Chateaubriand
Darwin

Jeder Band geb. 2 Mk. 50 Pf. 12 Bände einer Serie 24 Mk.

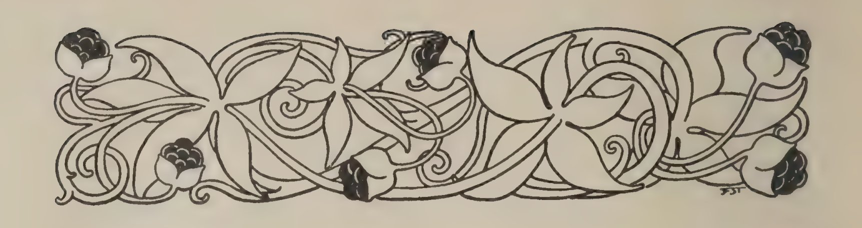
Verlag von Greiner & Pfeiffer in Stuttgart



Preis vierteljährlich 4 Mk. Zu beziehen durch jede Buchhandlung und Postanstalt, auf Wunsch auch vom Verlag Greiner & Pfeiffer, Stuttgart.

Es dürfte hier am Platze sein, denjenigen, welche **nach des Tages Arbeit eine Lektüre suchen**, die ihren Gedanken einen höheren Schwung gibt und in die brennendsten Fragen des modernen Denkens einführt, einen Hinweis zu geben auf die bei Greiner & Pfeiffer erscheinende Monatsschrift: „Der Türmer", herausgegeben von Freiherrn von Grotthuss, dem bekannten Verfasser des „Segens der Sünde" und der „Probleme und Charakterköpfe". **Für Gemüt und Geist** will der Türmer seine Kräfte bewegen. Deshalb zieht er auf der einen Seite die höchsten geistigen Probleme in seine Arbeit hinein: **die bedeutendsten naturwissenschaftlichen wie philosophischen Fragen** finden hier ihre Erörterung, aber nicht in der Art wissenschaftlicher Abhandlungen, sondern **in frischer, farbenschwellender, pulsierender Sprache.** Besonders aber will der Türmer **dem Gemüt sein Recht** widerfahren lassen in dieser Zeit des reflektierenden und sezierenden Verstandes. Deshalb tritt er ein für die Ideale des deutschen Gemüts. „Zum Sehen geboren", fühlt sich der Türmer berufen, **die neuesten Erscheinungen auf dem Gebiet der Kunst, der Malerei und Skulptur, der Musik und Literatur,** darzustellen und zu beurteilen. Auch über bedeutende Ereignisse und Merkwürdigkeiten wird ein — wir dürfen es von Herzen sagen — **wahrheitsgewaltiges, schneidig-unerschrockenes, und doch von Patriotismus glühendes Urteil** gesprochen. Vor allem aber fühlt sich der Türmer „zum Schauen bestellt". Er hebt das Auge aus der Erscheinungen Flucht zum Glanz der ewigen Gestirne; sein Hornruf ist nicht bloss ein Wächterstoss, sondern ein Weiheklang wie aus der Ewigkeit! **Es ist eine gewaltige, zukunftsbedeutsame Mission, welche der Türmer angetreten hat:** er unternimmt es, in dieser Zeit des Goldglaubens und der Mammonsreligion dem zerfahrenen Geschlecht von heute **einen Weckruf ins Ohr zu schmettern**, und zu zeigen, dass der alte Moloch des Materialismus so gar hohl sei und auf tönernen Füssen stehe. — **Wir für unser Teil müssen bekennen, dass die Lektüre des Türmers uns unentbehrlich wie das tägliche Brot geworden ist.** (Ev. Kirchen-Blatt f. d. N.-L.)

In ähnlichem Sinne haben sich zahlreiche angesehene Blätter des In- und Auslandes geäussert.



Vom Herausgeber des Türmers und des „Türmer-Jahrbuchs“

Jeannot Emil Freiherr von Grotthuß

erschienen folgende Werke:

Der Segen der Sünde. Geschichte eines Menschen.

11.—13. Tausend. **2** Mk., geb. **3** Mk.

Die Halben. Ein Roman aus unserer Zeit.

3.—4. Tausend. **4** Mk., geb. **5** Mk.

Gottsuchers Wanderlieder. Dichtungen.

2. Tausend. **4** Mk., geb. **5** Mk.

Probleme und Charakterköpfe. Studien zur Literatur unserer Zeit.

11.—12. Tausend. **5** Mk. **50** Pf., geb. **7** Mk.

Türmer-Jahrbuch. Original-Leinwandband **6** Mk.

Verlag von Greiner & Pfeiffer in Stuttgart

Fritz Lienhards Schriften:

Prosa:

Thüringer Tagebuch. Mit Buchschmuck von E. Liebermann. 3 Mk., geb. 4 Mk.

Wasgaufahrten. Ein Zeitbuch. Dritte durchgearbeitete Auflage. (Zweites bis Sechstes Tausend.) 2 Mk., geb. 3 Mk.

Die Vorherrschaft Berlins. Literarische Anregungen. 75 Pf., geb. 1.50 Mk.

Oberflächen-Kultur. 1 Mk.

Helden. Gestalten und Geschichten. 1.50 Mk., geb. 2.50 Mk.

Neue Ideale. Gesammelte Aufsätze. 4 Mk., geb. 5 Mk.

Lyrik:

Gesammelte Gedichte. Zweite Auflage. Geh. 3 Mk., geb. 4 Mk.

Die Schildbürger. Ein Scherzlied vom Mai. Mit Buchschmuck von Herm. Hirzel. Geb. 2.50 Mk.

Dramen:

Wartburg. Dramatische Dichtung in 2 Teilen. I. Heinrich von Ofterdingen. II. Die heilige Elisabeth. Jeder Teil 2 Mk., geb. 3 Mk.

Ahasver. Tragödie. 1.50 Mk., geb. 2.50 Mk.

Till Eulenspiegel. Narrenspiegel in 3 Teilen. Dritte Auflage. Geh. 2.50 Mk., geb. 3.50 Mk.

Gottfried von Straßburg. Dramatische Dichtung in 5 Aufzügen. Dritte Auflage. Geh. 2 Mk., geb. 3 Mk.

Odilia. Legende in 3 Aufzügen. Geh. 2 Mk., geb. 3 Mk.

König Arthur. Trauerspiel in 5 Aufzügen. Zweite umgearbeitete Auflage. Geh. 2 Mk., geb. 3 Mk.

Münchhausen. Komödie in 3 Aufzügen. Zweite durchgearbeitete Auflage. Geh. 2 Mk., geb. 3 Mk.

Verlag von Greiner & Pfeiffer in Stuttgart.

Die arme Maria.

Erzählung von Paul Bergenroth.

2 Bände (8° 272 und 320 Seiten) 5 Mark, gebunden 7 Mark.

... Die tiefsten Fragen, die ein Menschenherz bewegen und nicht zur Ruhe kommen lassen, bis sie richtig gelöst sind, die Fragen nach dem wahrhaftigen Herzensfrieden, nach dem nie versagenden Halt im Leben und Sterben, werden durch den Gang der Handlung — ohne aufdringlich hervorzutreten — aufgeworfen und unsers Erachtens richtig beantwortet. **Braunschweigisches Volksblatt.**

Wilde Rosen und Eichenbrüche.

Mit Buchschmuck von H. Nisle.

Vier Erzählungen von Karl Schwerin.

3 Mark, gebunden 4 Mark.

... Es ist eine ganze Persönlichkeit, die uns aus den Erzählungen anschaut, ein Mann, der das brausende Leben kennt und aus allem, was er erlebt, das Große, Stimmungsvolle und Leidenschaftliche festzuhalten und zu veredeln weiß. Die Erzählungen sind ganz in Stimmung getaucht, und ob sie frischen Humor, oder wahren Schmerz, oder berauschendes Liebesglück geben, immer spüren wir das Echte und Wahre darin, immer empfinden wir, daß wir Erlebtes vor uns haben, nicht Ausgeklügeltes oder Anempfundenes ... **Weser-Zeitung.**

... Seit langer Zeit haben wir kein Buch gefunden, welches wir mit so viel innigem Behagen gelesen haben, als diese anspruchslosen mecklenburgischen Geschichten ... **Braunschweig. Landeszeitung.**

Verlag von Greiner & Pfeiffer in Stuttgart.

Rahel Varnhagen.

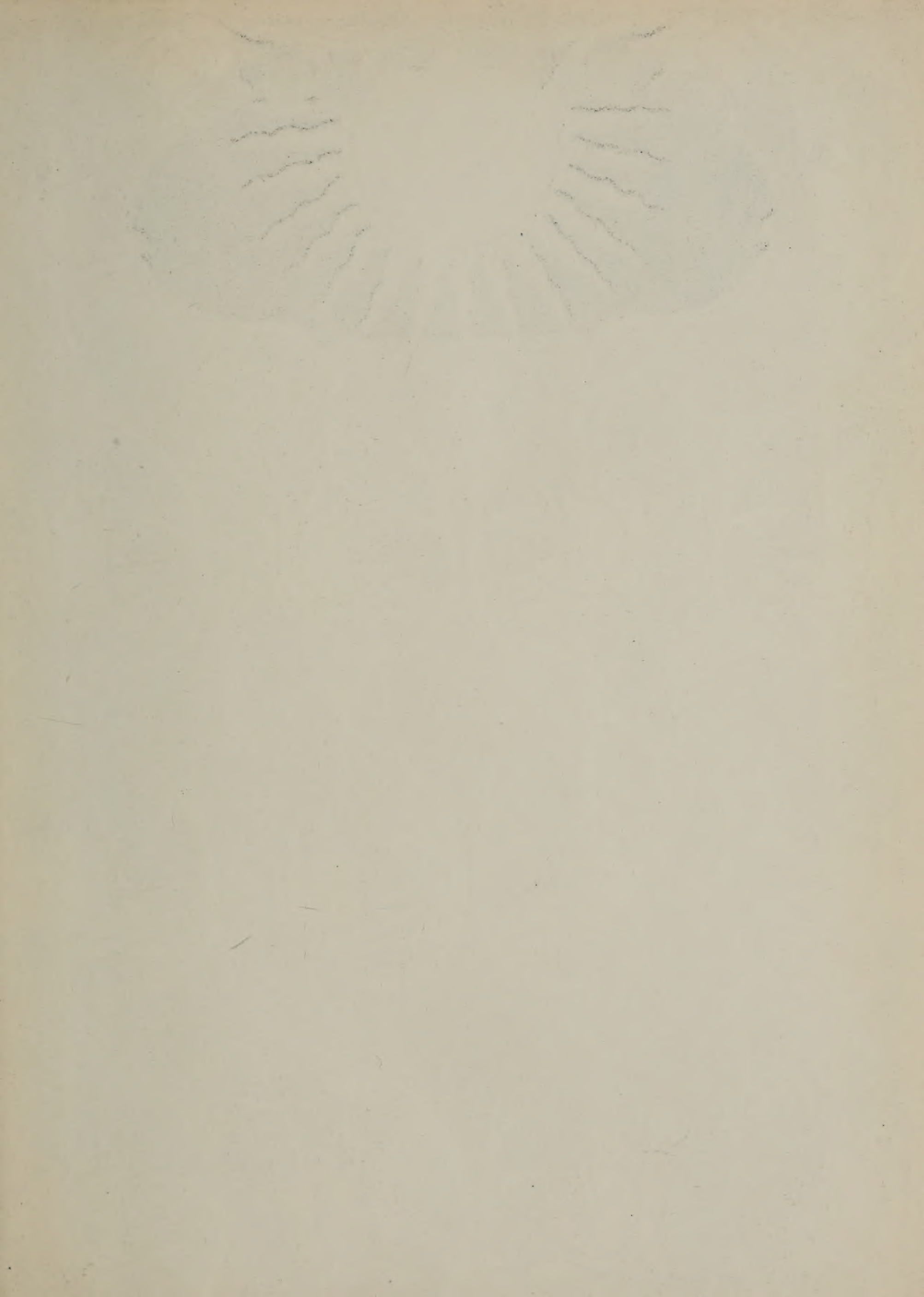
Ein Lebens- und Zeitbild von Otto Berdrow.

Mit zwölf Bildnissen. — Zweite veränderte Auflage.

Gr. 8°. XI. 452 Seiten. 7 Mk., in Halbfranz gebunden 9 Mk.

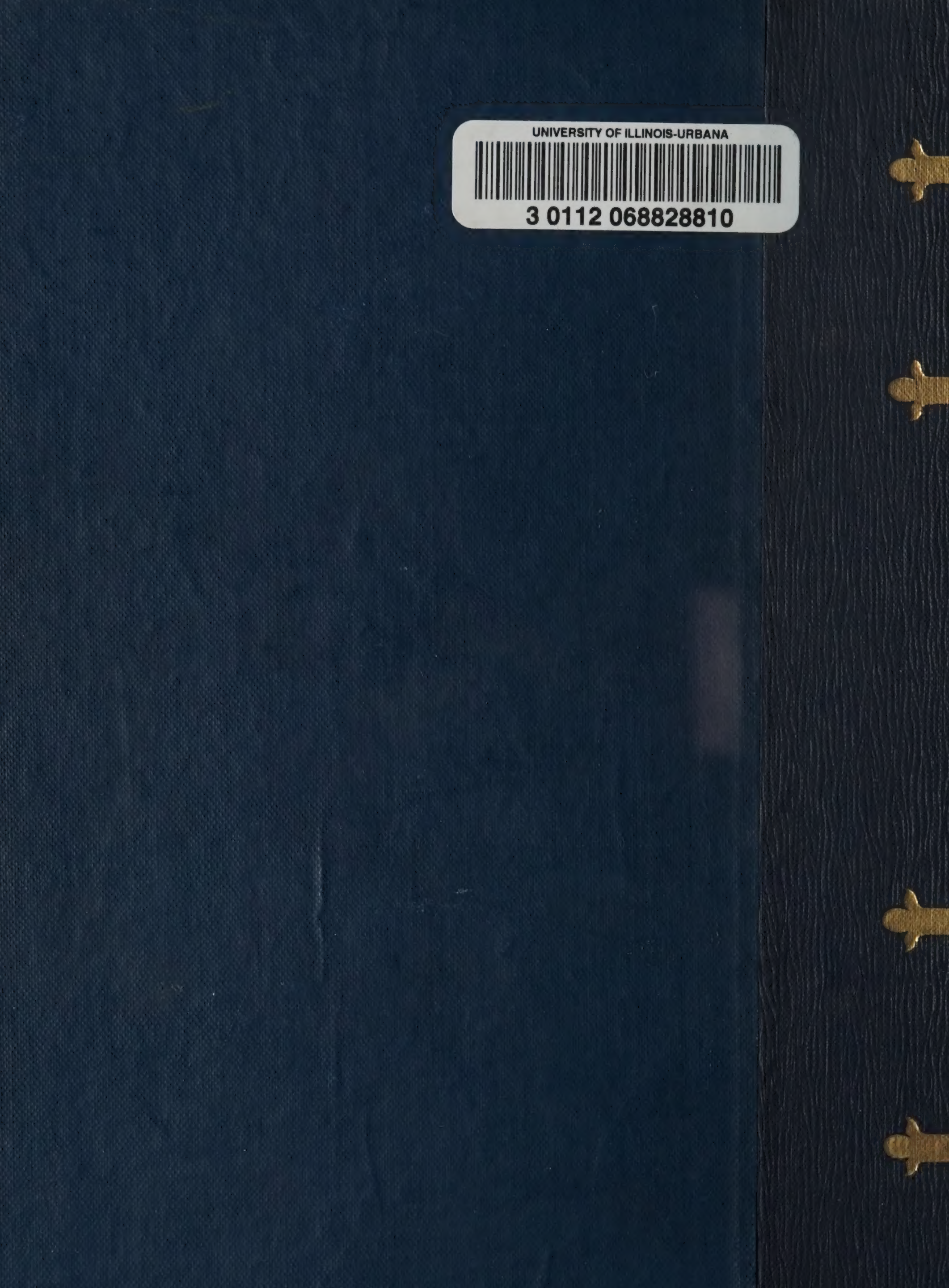
Es ist keine leichte Aufgabe, die sich der Verfasser bei Abfassung seines Buches gestellt hat, die Aufgabe, die gesamte Literatur über die Rahel zusammenzufassen und aus dem Konglomerat nach künstlerischen Rücksichten eine Biographie herauszuarbeiten. Die Literatur, die der Rahelkultus bis weit in die zweite Hälfte des ablaufenden Jahrhunderts hinein gezeitigt hat, ist eine überaus umfängliche. Zudem setzt eine gerechte und erschöpfende Würdigung dieser einziggearteten Frau, die inmitten eines so oft wechselnden Milieus anregend gewirkt hat, einen weiten, eine Masse von Einzelheiten umspannenden Überblick über Geschichte, Literatur und soziales Leben unseres Jahrhunderts voraus, wenn nur ein einigermaßen genügender Hintergrund für das Wirken der Heldin geschaffen werden soll. Der Verfasser hat diese schwere Aufgabe auf das glücklichste gelöst. Abgesehen davon, daß er sämtliche Quellen aufgedeckt und das reiche Material weise und seinem Plane entsprechend gesichtet und geordnet hat, weiß er auch den großen Zeithintergrund jener Literaturepoche mit bewundernswerter Gegenständlichkeit uns vor die Augen zu rücken. Die flüssige, vornehme und edle Stilführung gibt dieser Biographie ein wirklich künstlerisches Gepräge, und das warmherzige, dem Biographen so wohlanstehende Empfinden, das ihm die Feder führt, wird ebenso warmherzige Anteilnahme hervorrufen. Wir glauben, daß es dem Verfasser in der Tat gelungen ist, Rahel zu schildern, wie sie war, „ihr großes, reines, unschuldvolles Leben unmittelbar zum Leser reden zu lassen“. Es ist ein in Seelenreinheit und Herzensgüte erstrahlendes Weib mit einem mächtigen, gedankenschweren, nach Betätigung ringenden männlichen Geiste, das wir auf seinem Lebensgange begleiten. Zwar sind es nun bald siebzig Jahre, daß Rahel aus dem Leben geschieden ist; aber noch immer ist der Kreis ihrer Verehrer groß. Ihnen allen wird das Buch willkommen sein. Zudem gehört es im weiteren Sinne auch der Goetheliteratur an, insofern es zeigt, welche herrliche Wirkungen ein vertieftes Studium der Werke des Altmeisters, ein tiefes Eindringen in seinen Geist auf empfänglichem Boden hervorzubringen vermag. . . . Den 10 Kapiteln, die das Leben Rahels bis zu ihrem Tode darstellen, reihen sich noch sehr glücklich ausgewählte Aphorismen aus ihren Briefen und Tagebüchern an. Unter den 12 Bildnissen sei namentlich das der Rahel nach dem Basrelief von Friedrich Tieck (1796) hervorgehoben, das eine Ahnung von der geistigen Größe der Frau gibt. — Wir begrüßen Berdrows Buch nochmals als eine abschließende Arbeit, in deren Rahmen Rahels edles Charakterbild im großen Bildersaale der Zeiten auch künftig betrachtet werden wird.

Prof. Dr. H. C. Kellner in der Leipziger Zeitung








UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 068828810